Beiträge zur Anatomie und Physiologie der Cetaceennase.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der philosophischen Doktorwürde

der

Hohen Philosophischen Fakultät

der

Königlichen Universität Breslau

eingereicht und mit ihrer Genehmigung veröffentlicht von

Kurt Gruhl
aus Breslau.

Montag, den 1. Mai 1911, nachmittags $12^1/_2$ Uhr in der Aula Leopoldina
Vortrag: Ueber den Flug der Insekten und Promotion.

Mit 21 Figuren im Text.

Jena
Gustav Fischer
1911.

Beiträge zur Anatomie und Physiologie der Cetaceennase.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der philosophischen Doktorwürde

der

Hohen Philosophischen Fakultät

der

Königlichen Universität Breslau

eingereicht und mit ihrer Genehmigung veröffentlicht von

Kurt Gruhl
aus Breslau.

ACAD. LUGDBAT. BIBL.

Montag, den 1. Mai 1911, nachmittags $12^1/_2$ Uhr in der Aula Leopoldina
Vortrag: Ueber den Flug der Insekten und Promotion.

Mit 21 Figuren im Text.

Jena
Gustav Fischer
1911.

Gedruckt mit Genehmigung der Philosophischen Fakultät der Kgl. Universität Breslau.

Referent: Prof. Dr. W. Kükenthal.

Tag der mündlichen Prüfung: 25. Januar 1911.

Abdruck aus der Jenaischen Zeitschrift für Naturwissenschaft
Bd. XLVII. N. F. XL. Heft 2. 1911.

Meinen lieben Eltern

gewidmet.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41543115_0156

Die vorliegende Arbeit wurde ausgeführt auf Grund eines Materials, das mir mein hochverehrter Lehrer, Herr Professor Dr. KÜKENTHAL, in liebenswürdigster Weise zur Verfügung stellte. Dafür sowohl wie für die mannigfachen Anregungen und das Interesse, das er meiner Arbeit entgegengebracht hat, möchte ich ihm auch an dieser Stelle meinen herzlichsten Dank aussprechen.

Die von mir bearbeiteten Köpfe von *Phocaena*, *Delphinus* und *Tursiops* waren sämtlich in Formaldehyd konserviert. Die Methode der Untersuchung war durchweg die der einfachen Präparation, außerdem wurden einige Herrn Professor KÜKENTHAL gehörige Schnittserien verglichen.

A. Zahnwale.

I. Spezielle Untersuchungen.

1. *Phocaena communis* Cuv.

Ueberblicken wir die Literatur, die sich mit der Nase der Zahnwale beschäftigt, so finden wir, daß diejenige des gewöhnlichen Braunfisches, *Phocaena communis*, weitaus die meisten Bearbeiter gefunden hat und dementsprechend am besten von allen bekannt ist. Die wichtigsten der hierher gehörigen Arbeiten sind die von v. BAER, KÜKENTHAL und RAWITZ, auf die ich mich auch im folgenden hauptsächlich beziehen werde.

Bevor ich aber darauf eingehe, möchte ich kurz auf zwei Momente hinweisen, die meines Erachtens bisher noch nicht ge-

nügend betont worden sind, die ich jedoch besonders berücksichtigt und auch, soweit möglich, zahlenmäßig festgelegt habe. Sie beziehen sich nicht auf *Phocaena* allein, sondern auf alle Zahnwale.

Der erste dieser Punkte ist die individuelle Variabilität, die ja besonders dort stark hervorzutreten pflegt, wo ein Organ der Reduktion unterliegt und rudimentär wird.

Es ist eine Tatsache, daß Nasenhöhlen, Knorpel und andere Elemente, die bei einem Zahnwalindividuum vorzüglich entwickelt sind, bei einem anderen verschieden ausgebildet oder reduziert sind, ja ganz fehlen können. Es handelt sich also nicht um eine Variabilität, wie sie mehr oder weniger bei allen Pflanzen und Tieren zu finden ist, sondern um eine besonders stark ausgeprägte, wie wir sie bei rudimentär werdenden Organen antreffen. Hiervon zu scheiden ist die bei verschiedenen Altersstufen sich zeigende Unähnlichkeit, die oft so weit geht, daß man manchmal daran zweifeln möchte, ob zwei solche Individuen derselben Art angehören.

Der zweite Punkt betrifft die Asymmetrie, die ja am Schädel der Zahnwale von jeher aufgefallen und neuerdings erst durch Kükenthal befriedigend erklärt worden ist. Die Asymmetrie ist bei allen Zahnwalen mehr oder weniger stark ausgebildet, sie ist gewöhnlich auch dort, wo sie auf den ersten Blick zu fehlen scheint, durch genauere Messungen nachweisbar. Besonders das Innere der Nase weist stets eine so starke Asymmetrie auf, daß dieselbe im Vergleich zu der der Schädelknochen, geschweige denn zu der äußerlich sichtbaren Asymmetrie, in keinem annähernden Verhältnis zu stehen scheint.

Indem ich nun mit der Besprechung der anatomischen Tatsachen beginne, will ich aus praktischen Gründen die Hohlräume der Nase mit den abschließenden Klappen vorausnehmen und dann erst die Muskulatur und die Knorpelbildungen gesondert behandeln.

Zwei Köpfe von erwachsenen Braunfischen habe ich untersucht, habe mir aber hauptsächlich nur von dem zweiten Exemplar, welches in der Ostsee gefangen wurde, genauere Aufzeichnungen gemacht, so daß ich mich im folgenden auf dieses beschränken werde und nur in einigen Punkten auch von dem ersten Exemplar berichten will.

Das Spritzloch hat die gewöhnliche Form; um seine Lage zu charakterisieren, dienen folgende Maße:

Entfernung desselben von der Schnauzenspitze . . . 16,4 cm
Entfernung seiner rechten Ecke vom rechten Mundwinkel 12,1 „
Entfernung seiner linken Ecke vom linken Mundwinkel 11,9 „
Seine Breite . . . . . 2,6 „

Die Spritzsäcke sind die ersten Höhlen, auf die man bei der Präparation von oben her stößt. Entfernt man die Haut und die bedeckenden Muskeln, so sieht man die vollständig geschlossene, weichhäutige, innen glatte Decke der Spritzsäcke vor sich. Hebt man dieselbe ab, so bietet sich das Bild der Fig. 1, ein Boden mit außerordentlich starken Faltungen, die nach v. Baer und Kükenthal dem Maxilloturbinale entsprechen. Von dem Boden aus gelangt man durch einen schmalen, nicht ohne weiteres sichtbaren Spalt, dessen Wände in der Ruhe dicht aufeinander liegen, in den eigentlichen Nasenraum, die sogenannte gemeinschaftliche Höhle. Letztere erstreckt sich vom Spritzloch aus nicht gerade nach unten, sondern macht bald eine Biegung nach hinten, so daß sie eine kurze Strecke horizontal verläuft, um dann mit einer zweiten Biegung sich wieder senkrecht nach unten zu wenden und hier erst die Mündung der Spritzsäcke aufzunehmen. Am besten erkennt man diese Verhältnisse auf dem halbschematischen Längsschnitt durch die Nase von *Phocaena*, Fig. 15. Wir haben demnach hier bei *Phocaena* Spritzsäcke, die nur durch einen engbegrenzten Ausgang mit dem Nasenraume in Verbindung stehen, sonst aber vollständig geschlossen sind. Ich möchte für diese Art von Spritzsäcken, die ganz anders geartet sind wie die von *Delphinus* und *Tursiops*, die ich unten beschreiben werde, den Namen „geschlossene Spritzsäcke“ vorschlagen.

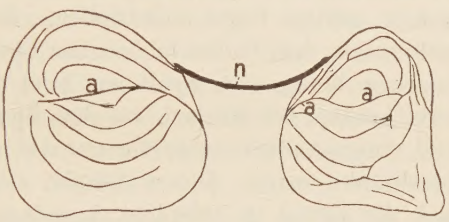

Fig. 1. Spritzsäcke von *Phocaena* mit den Faltenbildungen am Boden. a ausführender Spalt der Spritzsäcke. n Nasenspalt.

Die Spritzsäcke des vorliegenden Exemplares nähern sich bis auf etwa 2 cm, sie haben beide eine ungefähr dreieckige, jedoch gerundete Gestalt, der linke ist erheblich kleiner als der rechte. Während dieser 4,3 cm lang und auch breit ist, mißt der linke nur 3,2 cm in der Breite und 4 cm in der Länge. Die Maße sind jedoch so zu verstehen, daß z. B. nicht die größte wirklich vorhandene Längsausdehnung 4,3 cm ist, sondern daß die am weitesten vorn und hinten gelegenen Punkte, auf die Mediane

projiziert, die genannte Entfernung voneinander haben. Die am Boden der Spritzsäcke liegenden Falten variieren stark bei den einzelnen Individuen und verhalten sich auch bei einem und demselben Individuum rechts und links verschieden. Sie können einander parallel laufen, wie dies Rawitz beschrieben hat, und wie mein erstes Exemplar bewies, sie können aber auch in median zusammenstoßenden Bogenlinien angeordnet sein, wie dies v. Baer gefunden hat und wie es mein zweites Exemplar zeigte (Fig. 1). Bei diesem stiegen die Falten sogar deutlich in den mittleren Spalt hinab, der den Ausgang der Säcke darstellt, indem sie hier allmählich an Höhe abnahmen und sich schließlich verliefen. Jedenfalls ist es nicht möglich, für den Verlauf der Falten eine allgemein gültige Regel aufzustellen. Bei meinem Exemplar fanden sich rechts drei Falten hinter dem Spalt, fünf vor demselben, links dagegen hinter dem Spalt nur zwei deutliche Falten und ein bis zwei Ansätze von solchen, vor dem Spalt auch nur zwei volle Falten und einige Andeutungen, die nur auf den inneren Teil des Sackes beschränkt waren. Dieses Beispiel zeigt deutlich, wie verschieden sich die Falten in Zahl und Anordnung verhalten können.

Rawitz wendet sich gegen den Namen „Spritzsäcke", „da diese Bezeichnung geradezu falsch ist, weil die Säcke kein Wasser ausspritzen, wie man früher annahm"; er führt statt dessen den Namen pränasale Säcke ein, der indessen die fraglichen Höhlen auch nicht besonders gut charakterisiert, so daß ich den alten Namen vorziehe, der wenigstens historischen Wert beanspruchen kann. Man dürfte sonst ebensowenig von einem Spritzloch bei Walen und Haien sprechen.

Wenden wir uns im Nasenraum jetzt weiter nach unten, so gelangen wir zu einem komplizierten Apparat von Höhlen und Klappen. v. Baer unterscheidet hier vordere und hintere Klappen, hintere obere und hintere untere Höhlen, vordere obere und vordere untere Höhlen. Kükenthal schließt sich dieser Nomenklatur an, während Rawitz eine neue einführt; er unterscheidet zwei obere und zwei untere frontale Klappen, eine nasale Klappe, frontale, paranasale und nasale Höhlen. Trotz scheinbaren Widerspruches, und obgleich es Rawitz selbst nicht gelang, lassen sich beide Bezeichnungsweisen leicht miteinander in Einklang bringen. Die hinteren Höhlen sind bekanntlich jederseits durch die hintere Klappe vom Nasenraum getrennt, in ihrem Inneren erhebt sich ein Wulst, der nach Kükenthal ebenso wie die hintere Klappe der Rest einer Nasenmuschel ist, und der v. Baer veranlaßt hat,

eine hintere obere von einer hinteren unteren Höhle zu trennen. Dieser Wulst, der übrigens fast die ganze Höhle ausfüllt, und die hintere Klappe jederseits sind die oberen und unteren frontalen Klappen von Rawitz, während seine nasalen Klappen den vorderen v. Baers entsprechen. Jedenfalls ist es unbedingt nötig, die einzelnen Klappen nicht als unpaar, sondern als paarig zu betrachten, da die Trennung immer eine sehr deutliche ist.

Die zwischen der hinteren Klappe und dem Ethmoturbinalwulst gelegene Höhle verlängert sich nach vorn, indem sie den Nasenkanal bogenförmig umzieht, und bildet so die von v. Baer und Kükenthal als selbständig aufgefaßte vordere obere Höhle. Obwohl nun Rawitz selbst meint, etwas anderes gefunden zu haben, so bin ich doch überzeugt, daß es sich nur um eine andere Auffassung der vorliegenden Tatsachen handelt. Seine paranasalen Säcke sind nichts anderes als die zwischen hinterer Klappe und Ethmoturbinalwulst gelegenen hinteren oberen Höhlen mitsamt den in sie einmündenden vorderen oberen Höhlen. Dementsprechend sind seine frontalen Säcke nur die hinter dem Ethmoturbinalwulst jederseits gelegenen hinteren unteren Höhlen. Es ist nun zu entscheiden, welche der beiden Auffassungen die richtige ist. Nach den Tatsachen aber, die ich bei *Delphinus* und *Tursiops* gefunden habe, kann es nicht zweifelhaft sein, daß wir sogar alle in Frage stehenden Höhlen (nach v. Baer sind es je drei, nach Rawitz nur zwei) als eine morphologische Einheit aufzufassen haben, die ich entsprechend ihrer Bedeutung fortan mit dem Namen Haupthöhle bezeichnen will. Gleichwohl ist es vollkommen berechtigt, die bestehenden Namen (ich gebe auch hier der Baerschen Bezeichnungsweise den Vorzug) der Bequemlichkeit wegen beizubehalten, nur daß man eben jetzt Teile einer höheren Einheit darunter zu verstehen hat.

Das Lumen der hinteren Höhle ist, wie schon erwähnt, durch den vorspringenden Ethmoturbinalwulst fast ganz reduziert. Entfernt man diesen, so hat man den Boden der Höhle vor sich, der dem Knochen direkt aufliegt, die linke Höhle zeigt hier eine 2,1 cm lange Falte, die von dem oberen inneren Winkel nach der Außenseite der Apertura herabzieht, jedoch vor derselben endet. Die rechte Höhle zeigt statt dessen eine flache Erhebung. Die Höhlen sind asymmetrisch ebenso wie die anschließenden vorderen oberen Höhlen, doch ist es schwierig, bei der besonderen Form derselben gute Maße anzugeben. Die rechte Höhle ist immer um einige Millimeter in jeder Richtung größer. Die vorderen oberen Höhlen

zeigen auf der dem Nasenspalt zugekehrten Seite je eine scheinbare Abschnürung, die aber nur durch eine Falte der oberen Wand veranlaßt wird. Die linke Höhle zeigt außerdem in ihrem Endteil einige zipflige Aussackungen von geringer Bedeutung. Im übrigen verweise ich auf Fig. 2, die die Form und Lage der Haupthöhlen andeutet.

Im Anschluß hieran will ich, weil zu den Klappen gehörig, die sogenannten Pfeiler behandeln. v. Baer hat diese Bezeichnung eingeführt. Er schreibt von der vorderen Klappe: „Jede Hälfte ist durch zwei Verlängerungen der fibrösen Masse, aus der sie selbst besteht, an den Knochen angeheftet. Diese Verlängerungen nenne ich Pfeiler. Der äußere Pfeiler heftet sich an einen wulstigen Vorsprung vom äußeren Rande der knöchernen Nasenöffnung, der innere Pfeiler an das vordere Ende der knöchernen Nasenscheidewand auf das früher erwähnte Rudiment der unteren Muschel.“ Von der hinteren Klappe sagt er: „Nach außen läuft sie auf jeder Seite in einen starken Pfeiler aus, der sich an den äußeren Rand der Nasenöffnung setzt.“ Von allen anderen Autoren kommt nur noch Rawitz wieder auf die Pfeiler zu sprechen, er sagt nämlich: „Medial von der oberen Klappe, dicht an der Schleimhautbekleidung des Septum narium, ist eine kleine Schleimhautfalte gelegen, die ich als oberen Pfeiler bezeichnen will. Die Baerschen, von mir allerdings nicht wiedergefundenen Pfeiler wären dann die unteren. Zwischen diesem Pfeiler und der etwas verdickten Schleimhaut des Septum ist eine schmale Spalte vorhanden, die in einen blinden, medial vom frontalen Sacke gelegenen Kanal führt.“

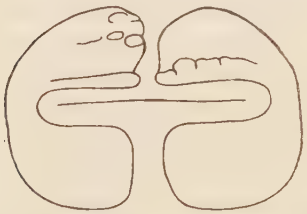

Fig. 2. Haupthöhlen von *Phocaena* (von oben gesehen). Die hinteren Höhlen schematisiert.

Die von Rawitz als oberer Pfeiler bezeichnete Falte habe ich an dem ersten Exemplar von *Phocaena* wiedergefunden, und zwar in der von ihm geschilderten Lage. Das zweite Exemplar besaß diese Falte aber nicht. Zwischen dem Pfeiler und dem Septum war zwar eine kleine Spalte vorhanden, ohne die von einer Falte überhaupt nicht die Rede sein könnte, aber von einem blinden, medial vom frontalen Sack gelegenen Kanal habe ich nichts wahrnehmen können.

Ueber die von v. Baer eingeführten Pfeiler vermag auch ich keine sichere Auskunft zu geben. Ich kann mir nur denken, daß

v. Baer die äußere Endigung der hinteren Klappen damit gemeint hat, die wohl in Form eines Pfeilers ausgebildet sein kann, bei meinem ersten Exemplar sogar durch ein Abbiegen aus der Richtung der Klappe gekennzeichnet war und sich auch dem Außenrande der Nasenöffnung nähert. Ueber die Pfeiler der vorderen Klappen kann ich jedoch gar nichts aussagen, ich habe etwas ähnliches nicht gefunden.

Noch ein letztes Paar von Höhlen besitzt *Phocaena*, die vorderen unteren Höhlen v. Baers oder die nasalen Säcke nach Rawitz. Während dieselben meistens, auch bei dem ersten Exemplar, das ich untersuchte, eine ziemliche Größe erreichen, waren sie bei dem zweiten Exemplar so gering entwickelt, daß man sie eigentlich nicht als besondere Höhlen ansehen konnte. Sie liegen beiderseits stets an dem Vorderrande der knöchernen Nasenöffnung oder Apertura pyriformis, ihr Boden setzt sich in einem mehr oder weniger breiten Streifen am Außenrande der Apertura fort, hier von der vorderen Klappe bedeckt, und geht schließlich ohne feste Grenze in den Boden der hinteren Höhlen über.

Auch diese Höhlen zeigen hier ein auffallend asymmetrisches Verhalten. Die linke ist noch etwas stärker entwickelt als die rechte. Letztere besteht nur in einer 3 mm erreichenden Aussackung, der seitliche Boden erreicht teilweise aber eine Breite von 9 mm. Die linke Höhle dagegen erreicht eine Länge von 8—9 mm, ihr seitlicher Boden ist nur 6—7 mm breit, er ist wulstig erhaben und dabei abschüssiger als der rechte, der nur an einer Stelle eine hügelartige Erhebung zeigt. Wenn nun auch der seitliche Boden ziemlich gut entwickelt ist, so fehlt doch das Charakteristikum der vorderen unteren Höhle fast ganz, nämlich die nach vorn gelegene, höhlenartige Aussackung. Die Apertura hat jederseits eine Länge von 1,9 und eine Breite von 1 cm.

Was nun die Muskulatur anbetrifft, so unterscheidet v. Baer „immer ungefähr 6 Partien“ von Muskeln, glaubt aber, daß man alle zusammen als einen Muskel aufzufassen hat. Rawitz unterscheidet zwei Muskeln, einen Musculus frontalis und einen Musculus communis faciei. Nach dem, was ich gefunden habe, kann ich mich nur der Baerschen Ansicht anschließen, daß ein einheitlicher Muskel vorliegt, der aber mehr oder weniger deutlich bei den einzelnen Individuen in verschiedene Partien zerfällt. Die Fasern einer Partie sind aber so dicht mit denen der andern verbunden und gehen zum Teil ineinander über, daß eine Trennung in selbständige Muskeln ganz ausgeschlossen ist.

Ich konnte der Hauptsache nach zwei Partien unterscheiden, eine oberflächliche und eine tiefere. Die seitlichen und hinteren Ränder des Muskels decken sich so ziemlich mit dem Rande des Maxillare, während die Muskelfasern nach vorn sich in der Bindegewebsmasse verlieren, die die Schnauze bedeckt. Die Pars superficialis liegt der Hauptmasse nach hinten. Ihre Fasern ziehen vom hinteren Rande des Maxillare konvergierend nach dem Spritzloch und enden größtenteils in dem Bindegewebe der hinteren

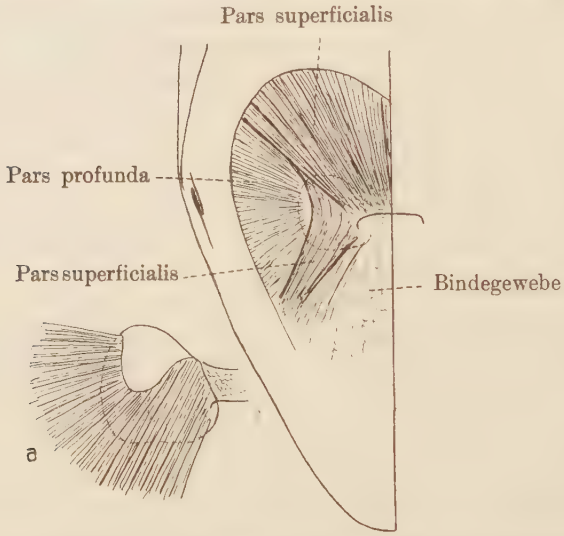

Fig. 3. Muskulatur von *Phocaena*. a Ansatz der Pars profunda auf der Oberfläche des rechten Spritzsackes.

Lippe, während ein kleinerer Teil in eine schwache, sehnige Haut übergeht, die den Spritzsack fast völlig bedeckt und auch von vorn außen Muskelfasern empfängt (Fig. 3). Die Pars profunda ist umfangreicher, entspringt auch vom Rande des Maxillare und umgibt wie die Strahlen einer Sonne jederseits den Spritzsack. Ein Teil dieser Strahlen endet auf der oberen Fläche des Spritzsackes (Fig. 3 a), das sind die von vorn und von der Seite kommenden Fasern, die tieferen Strahlen gehen unter den Spritzsack und umgeben auch die hinteren Höhlen, indem sie in die hier liegenden Klappen auslaufen. Die von Rawitz beschriebene, mittlere, gesonderte Partie konnte ich nicht auffinden.

In Zusammenhang mit dieser Muskulatur steht ganz entschieden auch die flächenhafte Ausbildung des Maxillare in seinem hinteren Teile.

An Knorpelbildungen sind vorhanden: das Septum cartilagineum, das sich bis vorn an die Schnauzenspitze fortsetzt, und das von Rawitz mit dem Namen Cartilago intermaxillaris bezeichnet wird. Außerdem liegt ein von Baer und Kükenthal beschriebener Knorpel dicht an der Nasenscheidewand in der Nähe der vorderen unteren Höhlen. Dieser Knorpel entspricht, wie Kükenthal nachgewiesen hat, der Nasenseitenwand. Mit ihm identisch ist ein von Rawitz als neu beschriebener Knorpel, den er mit dem Namen Cartilago praenasalis bezeichnet. Hier ist auch der Ort, auf die Barkowsche Arbeit etwas näher einzugehen, denn einzig hier wird eine Knorpelbildung in der hinteren Klappe erwähnt. Das dichte Bindegewebe der Klappen neigt, wie ich mich besonders bei *Delphinus* überzeugen konnte, sehr zu Verknorpelungen, und es ist daher nicht wunderbar, daß auch bei *Phocaena* solche vorhanden sind. Bei meiner ersten *Phocaena* fand ich selbst an der von Barkow angegebenen Stelle eine zwar schwache, aber doch deutliche Verknorpelung, während bei dem zweiten Exemplar jede Spur einer solchen fehlte.

Im übrigen unterscheidet Barkow zwei obere und zwei untere Klappen, entsprechend den hinteren und den vorderen Klappen v. Baers. Außer durch das Auffinden von Knorpeln ist seine Arbeit noch dadurch bemerkenswert, daß er in den hinteren Höhlen nicht einen, sondern zwei Ethmoturbinalwülste gefunden hat. „In jeder Höhle befinden sich zwei vorspringende Wülste“, heißt es. Auf die Bedeutung dieses einzig dastehenden Fundes werde ich noch später zurückkommen.

2. *Delphinus delphis* L.

An Material lag mir vor:

1) der Kopf eines erwachsenen Tieres aus der Adria,

2) der Kopf eines erwachsenen Tieres aus dem Golf von Biscaya,

3) der Kopf eines starken Embryos aus dem Breslauer Museum, in der Mitte durchschnitten,

4) ein Embryo von 53,8 cm Länge aus dem Breslauer Museum.

Erstes Exemplar.

Das Spritzloch hat die gewöhnliche, halbmondförmige Gestalt mit der nach vorn gerichteten Konkavität. Seine Lage ist durch folgende Maße bestimmt:

Stirnansatz—Schnauzenspitze	15,8 cm
Nasenöffnung—Stirnansatz	21,3 „
Entfernung der rechten Ecke des Spritzloches vom rechten Mundwinkel	18,6 „
Entfernung der linken Ecke vom linken Mundwinkel .	16,4 „
Breite des Spritzloches	2,2 „

Von dem Spritzloch aus gelangt man direkt in die Spritzsäcke, welche einen ganz anderen Bau haben als die von *Phocaena*. Der gemeinsame Nasenraum geht nämlich vom Spritzloch aus nicht gerade abwärts, sondern in einem Bogen nach hinten, erweitert sich dabei nach beiden Seiten und bildet die etwa horizontal liegenden Säcke, aus denen er dann als schmaler Spalt, aber reichlich dreimal so breit als vorher, weiter in die Tiefe führt. Die

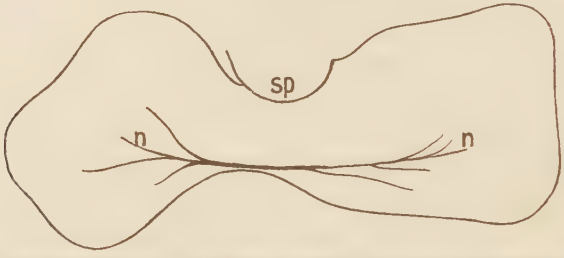

Fig. 4. Spritzsäcke von *Delphinus delphis I* (von oben gesehen). n Nasenspalt. sp Spritzloch.

Spritzsäcke sind also hier nichts anderes als Erweiterungen des Nasenspaltes, sie sind keine geschlossenen Höhlen, sondern stehen in breiter offener Verbindung mit der Nase oben sowohl wie unten. Durch das Spritzloch münden sie gemeinsam direkt nach außen. Aus diesem Grunde möchte ich den hier vorliegenden Typus von Spritzsäcken, der mit dem bei *Phocaena* beschriebenen wahrscheinlich nicht das geringste zu tun hat, als „offene Spritzsäcke“ bezeichnen. Mit diesem Bau steht in Zusammenhang, daß die beiden Säcke nicht streng voneinander getrennt sind, sondern daß der Boden des einen in den des anderen direkt übergeht (s. Fig. 4). Ein solcher gemeinschaftlicher Boden ist aber nur vor dem in die Tiefe führenden Spalt ausgebildet, während hinter demselben die Trennung der beiden Spritzsäcke eine deutliche ist.

Beide Spritzsäcke verhalten sich übrigens stark asymmetrisch, wobei der linke der kleinere ist. Beide haben eine fast rechteckige Gestalt, doch fällt die Diagonale des linken in dieselbe Richtung wie die Längskante des rechten, nämlich in die des Nasenspaltes.

Der Boden der Spritzsäcke weist eine große Menge von Falten und Fältchen in allen möglichen Richtungen auf, läßt aber solche Bildungen, wie sie bei *Phocaena* vorkommen, durchaus vermissen.

Die Maße sind folgende:

Breite des abführenden Spaltes	7,1 cm
Breite des rechten Spritzsackes von der Mitte des Spritzloches aus gemessen	5,4 „
Länge desselben	4,4 „

Infolge der queren Stellung des linken Spritzsackes stellen sich die letzten Maße bei ihm auf 5,6 und 4,7 cm, während seine Kanten nur 5,1 und 3,4 cm messen, also hinter den Maßen des rechten Sackes doch zurückstehen.

Nicht weit unter den Spritzsäcken trifft man auf die hinteren und die vorderen oberen Höhlen. Beide gehen ohne Grenze ineinander über, so daß sie deutlich jederseits eine einheitliche Höhle, die Haupthöhle, bilden, die den Nasenspalt bogenförmig umzieht. Median vor und hinter demselben stoßen beide Höhlen fast zusammen, indem sie hinten nur durch eine bindegewebige Brücke von 0,4 cm getrennt sind, vorn kaum einen halben Millimeter Zwischenraum lassen. Die Höhlen sind vollkommen geschlossen und münden nur durch eine schmale, hinten gelegene Oeffnung von 1,5 cm Länge in das Nasenlumen. Die Höhlen und ihre Mündungen sind stark asymmetrisch (s. Fig. 5). Ihr Lumen ist sehr gering, von oben nach unten zusammengedrückt. Die rötlichgraue Schleimhaut ist glatt. Während bei *Phocaena* die hinteren Höhlen von der hinteren Klappe begrenzt werden, muß man hier sagen, daß sie in der hinteren Klappe liegen. Hierher gehörig sind folgende Maße:

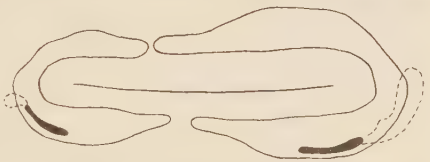

Fig. 5. Haupthöhlen von *Delphinus delphis I* (von oben gesehen). Blindsäcke punktiert.

Breite des Nasenlumens in der Höhe der Höhlen . .	5,5 cm
Länge der rechten vorderen oberen Höhle, vom Umbiegungspunkt medianwärts gerechnet	5,4 „
Ihre größte Breite ist knapp	1,0 „
Die linke Höhle hat nur eine Länge von	3,4 „
Ihre größte Breite beträgt nicht viel mehr als	0,5 „
Die Länge der rechten hinteren Höhle ist	4,4 „
Die der linken nur	2,9 „

Unter der hinteren Klappe biegt sich das Nasenlumen wiederum nach hinten und bildet einen horizontal liegenden Raum, dessen Boden von der vorderen Klappe gebildet wird. Dieser Raum ist paarig ausgebildet, da sich an die hintere Klappe die Nasenscheidewand ansetzt, welche auch die beiden vorderen Klappen deutlich voneinander trennt. Außerdem erweitert sich in diesen Horizontalräumen die Breite des ganzen Nasenlumens bis auf 7,9 cm gegen 5,5 cm vorher. Die Folge davon ist, daß an den beiden Außenseiten ein von oben überdachter Raum gebildet wird. Hier findet sich an der Decke, mit der freien Kante nach hinten gerichtet, je eine kurze Falte, über der sich ein kleiner Blindsack öffnet, der also der Höhe nach zwischen den hinteren Höhlen und dem horizontalen Raume liegt. Die Oeffnung der Blindsäcke schließt sich nach außen an die Mündung der hinteren Höhle an. Der rechte Blindsack ist bedeutend größer als der linke, er erreicht eine Länge von 1,5 cm bei einer Breite von 0,5 cm, während der linke nur eine kleine Einbuchtung von 0,5 cm Länge darstellt. Die vordere Klappe ist rechts 4,2, links 2,8 cm breit. Sie bildet einerseits die Decke der vorderen unteren Höhle, andererseits schließt sie die knöchernen Nasenöffnungen vollständig, und zwar so fest, daß sich auf der Klappe ein Abdruck der Oeffnungen in Gestalt einer Erhebung markiert. Die vorderen unteren Höhlen sind im Vergleich zu *Phocaena* ungewöhnlich groß. Sie liegen direkt auf dem Knochen vor der Apertura und ziehen sich auch in einem immer schmaler werdenden Streifen an der Außenseite derselben nach oben. Der obere äußere Rand der Apertura wird von einer bindegewebigen Falte gebildet, die sehr straff angespannt ist. Ich möchte sie als Randfalte, Plica marginalis, bezeichnen. Die Form des vor der Apertura gelegenen Teiles ist stets die eines Vierecks, das sich vorn verschmälert.

Auch die unteren Höhlen sind natürlich stark asymmetrisch.

Die Maße sind folgende:

Länge der rechten unteren Höhle, gemessen vom Vorderrand der Apertura bis zum Vorderende	3,6	cm
Ihre Breite am Vorderrand der Apertura	3,7	„
Ihre Breite am Vorderende	2,5	„
Die Gesamtlänge des Bodens	7,1	„
Die Länge der Randfalte in gerader Linie	4,0	„
Länge der Apertura	4,4	„
Ihre Breite	2,3	„

Maße der linken Seite:

Länge der Höhle vom Vorderrand der Apertura nach vorn	3,7	cm
Breite am Vorderrand der Apertura	2,2	„
Breite am Vorderende	1,4	„
Länge der Randfalte	2,1	„
Länge der Apertura	3,9	„
Ihre Breite	1,6	„

Die knöchernen Nasengänge ziehen sich nun in leichter Krümmung ziemlich steil nach unten und münden zusammen in die Pars superior pharyngis. Letztere macht einen ganz anderen Eindruck als bei *Phocaena*. Sie zerfällt deutlich in zwei ganz verschiedene Teile, einen ziemlich glatten, nur an einzelnen Stellen mit schwachen Längsfalten versehenen Teil, der den Kehlkopf beherbergt und wie ein Negativ desselben erscheint, und einen mit vielen kleinen Längs- und Querfalten ausgestatteten, schmalen, schlitzartigen Gang, der vorn die Choanen aufnimmt. Die Mündung derselben ist durch vorn und hinten vorspringende Wülste fast ganz versperrt. Die Grübchen, die für die Pars superior von *Phocaena* so charakteristisch sind, scheinen hier ganz zu fehlen. Ob sie vielleicht in den Falten des schmalen Ganges verborgen liegen, muß erst die mikroskopische Untersuchung lehren.

Die Breite des Isthmus palato-pharyngeus beträgt 1,8 cm, die größte Breite der Pars superior 2,7 cm, die durchschnittliche Breite des vorderen Teiles der Pars ist 1 cm, ihre Länge 3,3 cm, die Länge des hinteren Teiles 5,5 cm, also die Gesamtlänge 8,8 cm. Die Länge der Choanenöffnungen beträgt 2,5 cm. Die Länge der knöchernen Nasengänge vom Vorderrande der Apertura bis zum Vorderrande der Choanenmündung ist 6,6 cm. In über 3 cm Höhe münden die Tuben.

Muskulatur und Knorpel sollen gemeinsam weiter unten behandelt werden.

Zweites Exemplar.

Die für die Lage des Spritzloches wichtigen Maße sind:

Stirnansatz—Schnauzenspitze	12,6	cm
Stirnansatz—Nasenöffnung	22,7	„
Spritzlochecke—Mundwinkel rechts	17,7	„
Spritzlochecke—Mundwinkel links	15,3	„
Breite des Spritzloches	2,2	„

Der rechte Spritzsack bietet nichts Besonderes; hingegen zeichnet sich der linke dadurch aus, daß seine Decke im vorderen

Teil eine starke Falte bildet. Dadurch bekommt der Spritzsack zwei verschiedene Böden, einen oberen, der den Spritzsack sehr klein und spitz zulaufend erscheinen läßt und einen unteren, bedeutend größeren. Was die Gestalt der Spritzsäcke anbetrifft, so verweise ich auf Fig. 6. Die Formverhältnisse sind fast die gleichen wie bei dem ersten Exemplar. Der rechte Spritzsack mißt von der Ecke des Spritzloches aus 3,5 cm in der Breite, seine Länge ist 3,6 cm. Die seitliche Ausdehnung des linken Spritzsackes ist 3,4 cm; seine Länge 2,5 cm (oberer Boden) resp. 3,1 cm (unterer Boden).

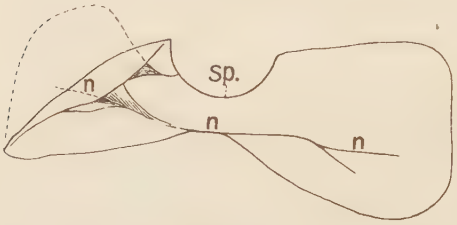

Fig. 6. Spritzsäcke von *Delphinus delphis II* (von oben gesehen). Der untere Boden des linken Sackes ist punktiert. n Nasenspalt. sp Spritzloch.

Die hinteren Höhlen sind mit den vorderen oberen auch hier deutlich vereinigt, weisen aber an der Umbiegungsstelle kleine, pfeilerartige Vorsprünge auf, die eine gewisse Trennung verdeutlichen.

Die Maße sind:

Spitze der hinteren Höhle bis laterales Ende der Mündung . . .	rechts 3,55 cm,	links 2,55 cm
Spitze der hinteren Höhle bis zur Umbiegung	„ 4,2 „	„ 3,0 „
Spitze der vorderen Höhle bis zur Umbiegung	„ 4,7 „	„ 3,0 „

Der Boden der Höhlen ist der Länge nach fein gestreift. Die hinteren Höhlen liegen schief, die vorderen horizontal. Die Oeffnungen sind sehr enge, von oben fast verdeckt. Ihre Lage sowie die Formverhältnisse der Höhlen ergeben sich am besten aus der Abbildung Fig. 7.

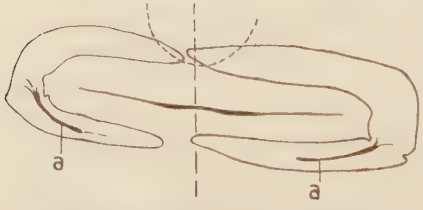

Fig. 7. Haupthöhlen von *Delphinus delphis II* (von oben gesehen). Die Lage des Spritzloches und die Medianlinie sind punktiert. a Ausgang der Höhlen.

Ein Blindsack ist nur auf der rechten Seite ausgebildet, er hat eine 1 cm breite Oeffnung, ist von dreieckiger Gestalt und besitzt eine Länge von 1,45 cm.

Die vorderen unteren Höhlen zeigen denselben Bau wie bei dem ersten Exemplar.

Breite der vorderen Klappe links 3,0 cm, rechts 4,55 cm, Breite der rechten unteren Höhle an der Apertura 3,8 cm, am Vorderende 1,9 cm, ihre Länge von der Apertura nach vorn 3,9 cm.

Die linke untere Höhle ist an der Apertura 2,5 cm, vorn 1,6 cm breit und von der Apertura bis vorn 3,5 cm lang. Die Apertura selbst ist rechts 4,5 cm lang und 2,2 cm breit, links 3,7 cm lang und 1,9 cm breit.

Drittes Exemplar.

Dieses Exemplar war in der Mitte durchschnitten und anscheinend schon einmal untersucht, seine Höhlen sind zum Teil wenigstens etwas deformiert. Es handelt sich höchstwahrscheinlich um das von Carus und Otto abgebildete und beschriebene Exemplar.

Die Lage des Spritzloches ergibt sich aus den folgenden Maßen:

Nasenöffnung—Stirnansatz	12,0	cm
Stirnansatz—Schnauzenspitze	6,7	„
Spritzlochecke—Mundwinkel rechts	11,2	„
Spritzlochecke—Mundwinkel links	10,3	„
Breite des Spritzloches	1,5	„

Dieselben Höhlen wie bei den erwachsenen Tieren waren vorhanden. Am meisten Interesse bot hier die Pars superior pharyngis. Sie war nicht in zwei ungleichartige Teile zerlegt, sondern sah durchaus homogen aus und hatte große Aehnlichkeit mit den Verhältnissen von *Phocaena*. Die Schleimhaut war mit Ausnahme des oberen Teiles vollkommen mit kleinen Grübchen bedeckt, die bis zur Einmündung der Tube reichten. Dieselbe Erscheinung tritt auch auf der Abbildung von Carus und Otto hervor.

Viertes Exemplar.

Dieses Exemplar ist ein Embryo von 53,8 cm Länge; die für die Nasenöffnung charakteristischen Maße sind:

Nasenöffnung—Schnauzenspitze	9,0	cm
Spritzlochecke—Mundwinkel rechts	6,2	„
Spritzlochecke—Mundwinkel links	6,0	„
Breite des Spritzloches	1,4	„

Auffällig ist hierbei die große Breite des Spritzloches. Die Nasenscheidewand beginnt nahe unter den Spritzsäcken. Die Decke der Spritzsäcke zeigt die braune Pigmentierung des ganzen Körpers, während der Boden weißlich ist. Der Nasenspalt läuft direkt nach unten, ohne in der Region der Spritzsäcke eine horizontale Biegung zu machen. Die Form der Spritzsäcke zeigt Fig. 8. Die Maße derselben sind:

Fig. 8. Spritzsäcke von *Delphinus delphis IV* (von oben gesehen). Scheidewand punktiert.

Seitliche Ausdehnung	rechts 1,8 cm,	links 1,5 cm
Längenausdehnung	„ 1,0 „	„ 0,95 „
Breite des Nasenspaltes	„ der Scheidewand 1,4	„
	links „	„ 0,95 „

Die hinteren Höhlen sind sehr abweichend von denen erwachsener Tiere. Sie setzen sich nämlich nicht oder nur wenig in die vorderen Höhlen fort, welche demnach beim Embryo völlig fehlen und sich erst im späteren Leben zu entwickeln scheinen.

Fig. 9. Haupthöhlen von *Delphinus delphis IV* (von oben gesehen). Blindsack punktiert.

Auffallend groß sind im Verhältnis auch die Oeffnungen der Höhlen, welche rechts 0,7 cm, links 0,6 cm messen. Die rechte Höhle biegt etwas weiter nach vorn als die linke. Im übrigen verweise ich auf die Abbildung Fig. 9. Auf der rechten Seite ist bereits ein deutlicher Blindsack vorhanden, der die Gestalt eines Dreieckes hat. Seine Mündung ist 0,5 cm breit, seine Länge ist 0,6 cm. Auf der linken Seite findet sich als Andeutung eines Blindsackes nur eine feine Furche.

Die vordere Klappe mißt links etwa 1,0 cm, rechts 1,3 cm.

Die vorderen unteren Höhlen haben folgende Maße:

Rechte Höhle:

Breite an der Apertura	1,3 cm
Breite am Vorderende	0,75 „
Länge von der Apertura nach vorn medial	0,85 „
lateral	0,95 „

Linke Höhle:

Breite an der Apertura	1,0 cm
Breite am Vorderende	0,6 „
Länge von der Apertura nach vorn medial	0,7 „
lateral	1,0 „

Die Apertura ist rechts 1,8 cm lang und 0,7 cm breit, links 1,5 cm lang und 0,5 cm breit. Beide Aperturen stehen übrigens fast senkrecht. Sehr interessant ist auch die verhältnismäßig große Breite des seitlichen Bodens der unteren Höhlen, indem der rechte hier 1,0 cm, der linke 0,6 cm mißt, also beiderseits die Breite der Oeffnung noch übertroffen wird.

3. *Tursiops tursio* Fabr.

Hier lagen mir zwei Köpfe vor, beide von Exemplaren aus der Adria, die im Frühjahr 1909 resp. 1910 bei Rovigno erbeutet wurden.

Erstes Exemplar.

Anlage und Form der einzelnen Höhlen sind dieselben wie bei *Delphinus delphis.*

Maße zur Lage des Spritzloches:

Nasenöffnung—Stirnansatz	20,5 cm
Stirnansatz—Schnauzenspitze? (letztere war abgeschnitten)	
Spritzlochecke—Mundwinkel rechts	17,5 „
Spritzlochecke—Mundwinkel links	19,9 „
Breite des Spritzloches	2,7 „

Die linke Ecke des Spritzloches liegt 0,9 cm weiter nach vorn als die rechte, die Lage ist also eine auffallend schiefe.

Der gemeinsame Boden der Spritzsäcke weist median eine deutliche Einschnürung auf, die einen rechten und linken Teil unterscheiden läßt, von denen der letztere durch eine unter ihm liegende Rinne, die sich nach außen in den Boden des Spritzsackes verläuft, wulstig hervorgehoben wird. Der rechte Teil ist 4,6, der linke 3,5 cm breit. Die Spritzsäcke selbst dehnen sich mehr nach hinten aus als nach der Seite, ein Unterschied gegenüber *Delphinus delphis.*

Der rechte Spritzsack erstreckt sich von der rechten Spritzlochecke aus 3,1 cm seitwärts und 3,3 cm nach hinten, der linke von der linken Spritzlochecke aus 4,3 cm nach der Seite und 3,3 cm rückwärts.

Hintere und vordere obere Höhlen sind wie bei *Delphinus* gestaltet. Die hinteren nähern sich bis auf 5 mm, die vorderen sind durch einen 1,6 cm breiten Zwischenraum getrennt. Ferner befinden sich an der Umbiegungsstelle beiderseits kleine Aussackungen der Höhlenwand, die dicht nebeneinander liegen, nur durch häutige

Pfeiler getrennt. Es sind an der rechten Seite vier vorhanden, an der linken Seite eine größere und eine kleinere. Auch hier verweise ich auf die Abbildung Fig. 10. Die Blindsäcke sind vorhanden, aber sie sind größer als bei *Delphinus*.

Die rechte vordere obere Höhle mißt der Länge nach 3,6 cm, die linke 2,1 cm, breit sind beide durchschnittlich 0,6 cm. Der

Fig. 10. Haupthöhlen von *Tursiops tursio I* (von oben gesehen). Blindsäcke punktiert.

rechte Blindsack erreicht eine Länge von 2,6 cm bei einer Breite von 1,0 cm, der linke ist 1,1 cm lang. Die rechte vordere Klappe ist 4,1 cm, die linke 3,1 cm breit. Auch die vorderen unteren Höhlen liegen so wie bei *Delphinus* (Fig. 11). Die rechte reicht von der Apertura aus 3 cm nach vorn, ihre Breite beträgt am Vorderrande der Apertura 4,3 cm, am Vorderende 2,7 cm.

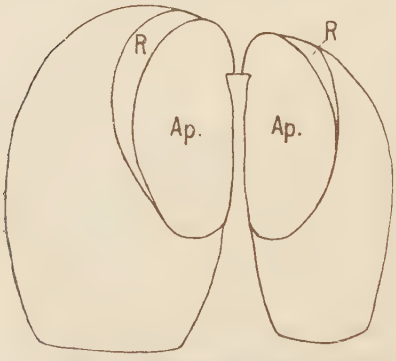

Fig. 11. Vordere untere Höhlen von *Tursiops tursio I*. Nach Photographie. Ap. Aperta. R Randfalte.

Die linke Höhle mißt 2,7 cm von der Apertura bis ans Ende, sie ist 2,9 cm breit an der Apertura, 2,2 cm am Vorderende.

Die rechte Apertura ist 4,3 cm lang, 2,1 cm breit, die linke 4,0 cm lang und 1,8 cm breit. Die Länge der knöchernen Nasenkanäle ist jederseits 7,0 cm. Die Pars superior pharyngis zeigt denselben Bau wie bei *Delphinus delphis*. Der Isthmus ist 1,3 cm breit, der Teil, der den Kehlkopf beherbergt, erreicht 3 cm Breite, der schmale Teil höchstens 1 cm. Auch hier sind die Oeffnungen durch vorspringende Wülste fast ganz verdeckt.

Zweites Exemplar.

Maße für die Lage des Spritzloches:

Nasenöffnung—Stirnansatz	21,3 cm
Stirnansatz—Schnauzenspitze	9,2 „

Spritzlochecke—Mundwinkel rechts . . . . . 18,1 cm
Spritzlochecke—Mundwinkel links . . . . . 16,4 „
Breite des Spritzloches . . . . . 2,8 „

Das Spritzloch liegt schief, die Spritzsäcke sind der Größe nach ziemlich gleichartig ausgebildet, liegen aber entsprechend schief, sie erstrecken sich auch hier nur schräg nach hinten. Ihre Ausdehnung beträgt rechts 3,15 cm seitlich, 4,05 cm nach hinten von der Spritzlochecke aus gemessen, links 3,4 cm seitlich, 4,0 cm nach hinten.

Der gemeinsame Boden der Spritzsäcke ist hier weniger deutlich als bei dem vorigen in zwei Teile gesondert, jedoch weist er eine starke Falte auf, die dem nach unten führenden Nasenspalt ungefähr parallel läuft (s. Fig. 12).

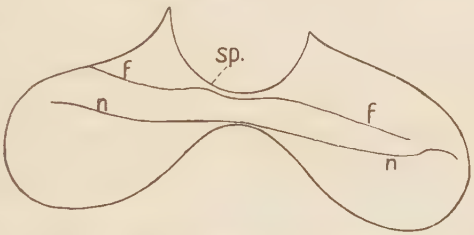

Fig. 12. Spritzsäcke von *Tursiops tursio II* (von oben gesehen). n Nasenspalt. sp. Spritzloch. f Falte im gemeinsamen Boden.

Hintere und vordere obere Höhlen zeigen nichts Besonderes, nur lassen sie die bei dem vorigen Exemplar beobachteten Aussackungen vermissen. Ihre Maße sind folgende:

Die hintere Höhle ist rechts 4,5 cm lang, links nur 3,1 cm, die vordere Höhle mißt rechts 4,8, links 3,1 cm. Die Oeffnung rechts ist 1,5 cm lang, die linke 0,9 cm. Die Breite der Höhlen ist wechselnd zwischen 0,5 und 1,0 cm. Beide Blindsäcke sind deutlich ausgebildet, der rechte aber ist wesentlich größer als der linke, er ist an der Mündung 1,2—1,3 cm breit, seine Gestalt ist dreieckig, die kürzeste Seite entspricht der Oeffnung, die anderen Seiten messen 2,1 und 1,8 cm (s. Fig. 13). Der linke Blindsack hat ebenfalls die Gestalt eines Dreieckes. Mündung 0,9 cm, laterale Seite 0,7 cm, mediale 0,9 cm.

Fig. 13. Haupthöhlen von *Tursiops tursio II* (von oben gesehen). Blindsäcke punktiert. a Ausgang der Höhlen.

Die Breite der vorderen Klappen beträgt links 3,2 cm, rechts 4,4 cm.

Die vorderen unteren Höhlen haben folgende Maße:

Rechte Höhle:

Breite an der Apertura	3,8 cm
Breite am Vorderende	2,2 „
Länge von der Apertura nach vorn	4,1 „

Linke Höhle:

Breite an der Apertura	2,4 cm
Breite am Vorderende	1,8 „
Länge	2,9 „

Die Apertura ist rechts 4,2 cm lang, 2,4 cm breit, links 3,7 cm lang und 2,0 cm breit.

Randfalten sind vorhanden, die linke zwar kleiner, aber deutlicher; die rechte ist 3,3 cm lang bei einer Maximalbreite von 0,6 cm, die linke 2,7 cm lang bei einer Breite bis 0,4 cm.

Muskulatur und Knorpel von *Delphinus* und *Tursiops*.

Es bleibt jetzt noch übrig, die Muskulatur und die Knorpelbildungen zu besprechen.

Was die Muskulatur anlangt, so findet sich überall *(Delphinus delphis I, II, IV* und *Tursiops tursio I, II)* nur ein paariger, sehr stark entwickelter Muskel, der vom Rande des Maxillare entspringt und von allen Seiten nach dem Spritzloch zustrahlt. Die Hauptmasse liegt hinter dem Spritzloch und seitlich davon. In der Mittellinie stoßen die Muskeln nicht zusammen, nähern sich aber hinten ziemlich stark. Die Fasern enden zum Teil auf der Oberfläche des Spritzsackes, indem sie bei *Delphinus* nur die Ränder, bei *Tursiops* dagegen den ganzen Spritzsack bedecken, zum Teil gehen sie unter denselben und umgeben die hinteren Höhlen, indem sie in der hinteren Klappe ihr Ende finden. Nur wenige strahlen in die vordere Klappe von der Seite her aus. Noch deutlicher wie bei *Phocaena* tritt hier überall die Einheitlichkeit des Muskels hervor, der auch künstlich nicht in verschiedene Partien geteilt werden kann. Bei *Delphinus IV* konnte ich die Innervierung sehr gut beobachten, da der Nerv dicht unter der Haut lag und sich an der Oberfläche des Muskels in viele kleine Aeste teilte.

Auch in den Knorpelbildungen stimmen *Delphinus* und *Tursiops* fast vollkommen miteinander überein. Das Ethmoid geht nach oben zu in einen Knorpel über, der die Nasalia zum Teil bedeckt, und der in seiner Mitte wie das Ethmoid selbst mit einer kiel-

förmigen Erhebung ausgestattet sein kann, die sich nach oben verläuft. Dieser Knorpel ist, wie aus seiner Lage hervorgeht, der Nasendachknorpel. Am oberen Rande kann er sich ein wenig nach vorn umbiegen. Bei *Tursiops tursio I* war derselbe 4,9 cm breit und 2,4 cm hoch. Der obere Rand des Septum wird gewöhnlich von einer sehr zarten Knorpelspange gebildet, die aber mit dem Nasendachknorpel nur bindegewebig verbunden ist. Nur bei *Delphinus I* ging dieselbe direkt in das Nasendach über, und zwar oben in der Mitte des umgebogenen Randes.

Außerdem traten regelmäßig bei den erwachsenen Tieren Knorpelbildungen in der hinteren Klappe auf, die von dichtem Bindegewebe umgeben waren. Am deutlichsten konnte man sie beobachten, wenn man Schnitte durch die Klappe machte. Regelmäßig fanden sich in der Mitte zwei genäherte Knorpel, die vom Septum aus schräg nach außen in die hinteren Klappen zogen, um nach kurzem Verlauf zu enden. Außerdem findet sich noch ein zweiter Knorpel in jeder Klappe; im Verhältnis zu dem ersten liegt er etwas höher und weiter nach innen, er ist bedeutend größer und läuft am vorderen Rande der hinteren Höhle entlang nach außen, hier unter die Höhle tretend und sich verbreiternd. Er endet am Grunde des Blindsackes. Seine Fläche erscheint gedreht von senkrechter Lage in der Mitte zu wagerechter an den Seiten.

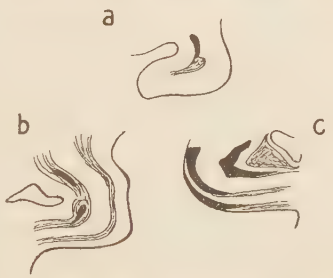

Fig. 14. Schnitte durch die hintere Klappe. Die Knorpel sind schwarz. a *Tursiops tursio II.* b *Delphinus delphis I.* c *Delphinus delphis II.*

Nur bei *Delphinus II* war die Zahl der Knorpel in der hinteren Klappe auf drei vermehrt, von denen eins und zwei bogenförmig vor der Höhle lagen, während drei den unteren Rand der Klappe festigte (s. Fig. 14). Ueberall zeigte es sich, daß die Klappe aus abwechselnd dichteren und lockereren Partien bestand, die der Oberfläche ungefähr parallel liefen, und von denen die dichteren die Knorpel in sich aufnahmen. Die in der Mitte liegenden Knorpel sind bei *Delphinus delphis I* ungefähr 1—1½ cm lang, während die anderen 3 cm und darüber messen.

Pneumatische Hohlräume.

Auch die pneumatischen Hohlräume habe ich bei *Delphinus I* und *Tursiops I* untersucht. Es sind dieselben wie bei *Phocaena.*

Bei *Delphinus* sind sie bedeutend stärker als bei *Tursiops*. Bei letzterem fehlt der Sinus pneumaticus frontalis, der bei *Delphinus* deutlich vorhanden, aber nur klein ist. Der Sinus pneumaticus maxillaris erreicht bei *Delphinus* eine viel bedeutendere Länge als bei *Tursiops* und reicht beinahe bis an die Spitze der Schnauze. Die Eingänge zu den einzelnen Sinus sind auf der rechten Seite immer um einige Millimeter breiter als auf der linken. So beträgt bei *Tursiops* der Eingang in den Sinus pneumaticus maxillaris 1,9—2,1 cm, in den Sinus pneumaticus pterygoideus 1,1—1,3 cm, in den Sinus pneumaticus temporalis 1,5—1,8 cm. Der distale Teil der Tube ist gegenüber dem proximalen stark verbreitert und zeigt cavernösen Bau.

4. *Beluga leucas* Pall.

Von dieser Art konnte ich einen Embryo von 24,4 cm Länge untersuchen.

Die Entfernung des Spritzloches von der Schnauzenspitze beträgt . . . . . 3,0 cm
Spritzlochecke—Mundwinkel rechts . . . . . 2,5 „
Spritzlochecke—Mundwinkel links . . . . . 2,4 „
Breite des Spritzloches sehr auffällig . . . . . 0,9 „

Das Spritzloch ist ein ziemlich gerader Schlitz, der an den beiden äußeren Enden sich nach hinten umbiegt, der mittlere Teil des Schlitzes ist sehr flach bogenförmig gekrümmt, wobei die Konkavität nach vorn gerichtet ist. Im ganzen ist das Spritzloch aber umgekehrt orientiert wie bei *Phocaena*, *Delphinus* und *Tursiops*.

Schon 2 mm unter der Oberfläche beginnt die Nasenscheidewand. Von Klappen sind nur zwei vordere, deutlich voneinander getrennte gut ausgebildet.

Spritzsäcke, hintere Höhlen und vordere obere fehlen vollkommen, dagegen sind vordere untere Höhlen gut entwickelt. In Lage und Form verhalten sie sich genau so wie die Höhlen von *Delphinus* und *Tursiops*. Ihre Maße sind folgende: die rechte Höhle ist 4 mm lang, an der Apertura 4 mm und am Vorderende 2,5 mm breit, die linke 3,5 mm lang, an der Apertura auch 3,5 mm, vorn 3 mm breit. Die Apertura ist beiderseits 4 mm lang und 2,5 mm breit.

Die Muskulatur zeigt auch wieder die gleiche Anordnung wie bei *Delphinus* und *Tursiops*, auch hier ist nur ein einziger paariger Muskel vorhanden.

II. Vergleichende Zusammenfassung.

Gehen wir nun zur Vergleichung der gewonnenen Tatsachen mit den aus der Literatur schon bekannten über, so ist die erste Frage, die sich erhebt, die: Wodurch zeichnet sich die Nase der Zahnwale aus, und was ist allen Arten hier gemeinsam? Da sind es eigentlich nur zwei Momente, die in der Literatur schon vielfach hervorgehoben worden sind, die allen Zahnwalen, soweit man es bis jetzt übersehen kann, zukommen, das ist erstens die Verlagerung der Nasenöffnung nach oben und die damit zusammenhängende Steilheit der Nasenkanäle und zweitens die unpaare Nasenöffnung. Ein drittes möchte ich hier noch hinzufügen, das wahrscheinlich auch überall dasselbe ist, das ist die Anordnung der Muskulatur. Mögen auch die Einzelheiten hier mannigfach sein, mag man über die Anzahl der Muskeln noch uneins sein, überall sehen wir, daß sich die Muskeln wie die Radien eines Kreises um ein Zentrum, nämlich das Spritzloch, gruppieren. Bei allen Zahnwalen ist auch als viertes Moment die Asymmetrie mehr oder weniger stark entwickelt. Wenden wir dagegen unseren Blick zu den Höhlen der Nase, so müssen wir sagen, daß es unmöglich ist, hier ein einheitliches Prinzip herauszufinden, es müßte denn das sein, daß bei den meisten Zahnwalen die Neigung zur Höhlenbildung überhaupt auftritt. Aber das ist kein allgemein gültiges Gesetz, denn es gibt zahlreiche Ausnahmen. Bei *Phocaena*, *Delphinus* und *Tursiops* sehen wir 3 resp. 4 Paare von Höhlen entwickelt, während *Beluga* nur ein Paar aufweisen kann. Bei *Globiocephalus* und *Lagenorhynchus* sind nach Murie 3 Paare vorhanden, wozu bei *Grampus* nach demselben Autor noch ein siebenter unpaarer Sack kommt. Bei *Epiodon* z. B. fehlen nach Burmeister Nebensäcke der Nase gänzlich, und ganz sonderbar sind die Verhältnisse bei *Hyperoodon*, *Cogia* und *Physeter*, bei denen der linke Nasenkanal zur Reduktion neigt.

Im folgenden will ich ausführlicher auf die einzelnen Teile der Nase der Reihe nach eingehen. Was das Spritzloch anbetrifft, so ist seine Form im allgemeinen die eines nach vorn offenen Bogens, doch kommt es auch vor, daß die Konkavität nach hinten gerichtet ist wie bei *Beluga* und *Cogia*. Von der Bogenform des Spritzloches weicht *Physeter* erheblich ab, indem dasselbe hier quer S-förmig ist. Immer liegt das Spritzloch mehr oder weniger asymmetrisch. Um die Asymmetrie zahlenmäßig ausdrücken zu können, benutze ich die Entfernung des Spritzloches

von den Mundwinkeln und bilde das Verhältnis von Summe zu Differenz dieser Zahlen. So bekomme ich ein verhältnismäßig gutes Maß für die Größe der Asymmetrie. Bei den von mir beschriebenen Walen sind diese Verhältnisse folgende:

Phocaena communis 120;

Delphinus delphis I 16,8, *II* 13,75, *III* 23,9, *IV* 61;

Tursiops tursio I 20,9, *II* 20,3;

Beluga leucas 49.

Je höher die Zahl ist, desto geringer ist die Asymmetrie. Die Zahlen bei *Delphinus delphis* zeigen deutlich, daß die Asymmetrie um so geringer ist, je jünger das Tier ist, eine Tatsache, die bereits am Schädel der Zahnwale gefunden wurde. *IV* und *III* sind beides Embryonen, und zwar *IV* der kleinere, daher hat er die höchste Ziffer, d. h. die geringste Asymmetrie. Auffällig gering ist die Asymmetrie bei *Phocaena communis*.

Durch die von Pouchet und Beauregard für *Physeter* angegebenen Entfernungen des Spritzloches von den Augen läßt sich eine entsprechende Verhältniszahl berechnen, hier findet sich auffallende Asymmetrie, daher die kleine Zahl 11,2.

Erst durch größeres Zahlenmaterial wird es sich feststellen lassen, ob die Asymmetrie bei erwachsenen Exemplaren derselben Art ungefähr gleich ist, wie es bei *Tursiops tursio* den Anschein hat, oder variabel, wofür *Delphinus delphis I* und *II* sprechen würden. Allerdings weicht *II* auch in anderen Punkten, z. B. der Kürze der Schnauze, von anderen Individuen stark ab, so daß die Wahrscheinlichkeit einer Konstanz größer ist.

Sehr verschieden ist auch die verhältnismäßige Breite des Spritzloches. Für sie gewinne ich eine gute Zahl, wenn ich die Entfernung von einem Mundwinkel zum anderen, über das Spritzloch hinweg gemessen, durch die Breite des letzteren dividiere. Ich bekomme dann folgende Zahlen:

Phocaena communis 10,2;

Delphinus delphis I 18,5, *II* 16, *III* 15,3, *IV* 9,7;

Tursiops tursio I 13,4, *II* 13,3;

Beluga leucas 6,4.

Bei *Physeter* würde sich die Zahl 13,6 ergeben. Bei *Delphinus delphis* bekomme ich also wieder von *IV* über *III* aufsteigend eine Reihe, die mir angibt, daß die Breite des Spritzloches mit zunehmendem Alter des Tieres im Verhältnis abnimmt. *Tursiops tursio I* und *II* haben wieder eine fast gleiche Zahl, während *Delphinus delphis II* auch hier abweicht.

Vergleiche ich die erwachsenen Tiere miteinander, so zeigt sich, daß *Phocaena* das breiteste Spritzloch hat, *Delphinus* dagegen das schmalste, vorher hatte *Phocaena* die geringste Asymmetrie, *Delphinus* wiederum die stärkste. Beide Male zeigen sich bei *Phocaena* also die primitiveren, auch dem Embryo eigenen Merkmale, eine Tatsache, die wohl nicht auf Zufall beruht.

Spritzsäcke sind nicht bei allen Zahnwalen vorhanden, sie fehlen einer großen Zahl. Ich habe schon oben darauf hingewiesen, daß es zwei verschiedene Arten von Spritzsäcken gibt, offene und geschlossene, es ist mir aber meist nicht möglich, festzustellen, welcher Art die in der Literatur schon beschriebenen Spritzsäcke angehören.

Nirgends auch habe ich eine Definition gefunden, die mir angibt, was ich eigentlich als Spritzsack anzusehen habe, oder wodurch sich die Spritzsäcke vor den anderen Höhlen auszeichnen. Wenn ich eine solche zu geben versuche, so stütze ich mich hierbei wesentlich auf das, was ich selbst gesehen habe.

Unter Spritzsäcken verstehe ich paarig auftretende oder durch Reduktion unpaar gewordene, nahe der Oberfläche gelegene Höhlungen, die von starker Muskulatur umgeben sind und eine wesentlich horizontale Erstreckung haben. Sie stehen entweder oben und unten in direkter Verbindung mit dem Nasenkanal (offene Spritzsäcke) oder münden in denselben durch bestimmte, spaltartige Eingänge (geschlossene Spritzsäcke).

Dadurch schließe ich alle unpaaren Gebilde von der Bezeichnung Spritzsack aus, ausgenommen freilich den Fall, daß die eine Seite einer ursprünglich paarigen Nase rudimentär wird, wie dies z. B. bei *Physeter* der Fall ist, wo der Spritzsack der linken Seite reduziert ist. Hier handelt es sich übrigens um einen offenen Spritzsack. Ein wesentliches Moment sehe ich auch in der Beziehung der Spritzsäcke zur Muskulatur, welche geeignet ist, die Säcke erheblich zu erweitern.

Kükenthal konstatierte bei kleinsten Delphinembryonen das Fehlen der Spritzsäcke und bewies damit ihre sekundäre Entstehung. Ob aber die beiden verschiedenen Arten der Spritzsäcke genetisch aufeinander zurückzuführen sind, oder ob sie eine verschiedene Entstehung besitzen, das kann erst nach Untersuchung von geeigneten Embryonen von *Phocaena* entschieden werden. Das letztere ist mir jedoch wahrscheinlicher, da bei geschlossenen Spritzsäcken eine Beziehung zum Maxilloturbinale vorliegt, die bei offenen vollständig fehlt. Der gemeinsame Boden der Spritz-

säcke bei *Delphinus*, welcher durch eine doppelte Biegung des Nasenkanals verursacht wird, fehlt bei jüngeren Embryonen, denn hier geht der Nasenkanal noch senkrecht in die Tiefe. Erst mit der weiteren Entwickelung tritt die doppelte Biegung ein.

Die Asymmetrie der Spritzsäcke ist bei Embryonen gering, bei Erwachsenen dagegen sehr bedeutend, scheint hier aber in keiner Weise mit der äußeren Asymmetrie, die durch die Lage des Spritzloches bezeichet wird, in Uebereinstimmung. Man vergleiche nur die starke Asymmetrie der Spritzsäcke bei *Phocaena* und die dagegen sehr geringe bei *Tursiops*. Die Form der Säcke schwankt zwar ziemlich beträchtlich, hält sich aber bei den einzelnen Arten immer innerhalb gewisser Grenzen, so daß ein bestimmter Typus gewahrt wird (vgl. die Figg. 1, 4, 6, 12). So sind die Spritzsäcke von *Phocaena* meist drei- bis viereckig gerundet, mit nach vorn ausgezogenen, seitlichen Zipfeln, die von *Delphinus* sind ungefähr rechteckig, wobei der linke immer in typischer Weise quergestellt ist, und die von *Tursiops* haben eine eiförmige Gestalt.

Interessant sind auch bei *Phocaena* die starken Faltenbildungen am Boden der Spritzsäcke, die nach Kükenthal auf das Maxilloturbinale zurückzuführen sind. Von anderen Arten sind sie meines Wissens nicht beschrieben. In welchem Zusammenhang sie mit den Spritzsäcken stehen, ist nicht bekannt.

In enger Wechselbeziehung stehen die hinteren Höhlen mit den hinteren Klappen. Die letzteren ebenso wie die bei *Phocaena* in den Höhlen beobachteten Wülste sind nach Kükenthal nichts anderes als die Reste von Nasenmuscheln, die das Bestreben zeigen, sich miteinander zu vereinigen. Dafür spricht der Befund Barkows, der zwei solche Wülste in jeder Höhle sah. Das ist ein deutlicher Beweis dafür, daß der Ethmoturbinalwulst von *Phocaena* das Verwachsungsprodukt mehrerer Muscheln ist. Stellen wir uns nun vor, daß die Vereinigung weiter fortschreitet, so kommen wir zu den Verhältnissen, die sich bei *Delphinus* und *Tursiops* finden. Es sind hier alle Muschelrudimente zu einer einzigen Klappe auf jeder Seite verschmolzen, und als letztes Zeichen dieser Verschmelzung ist die in der Klappe liegende Höhle selbst zu betrachten. Verschwindet auch diese noch, so wird die Klappe ein ganz kompaktes Gebilde, ein Zustand, der uns bei *Beluga* entgegentritt. So zeigt *Phocaena* auch hier wieder ein primitives Verhalten, während wir den Bau der Nase von *Beluga* als den höchst differenzierten anzusehen haben. Aus dem oben Aus-

geführten ergibt sich, daß die hintere Klappe von *Delphinus* und *Tursiops* der von *Phocaena* nicht direkt homolog ist, sondern der hinteren Klappe und dem Ethmoturbinalwulst entspricht. Die hintere Höhle der beiden Delphine ist dementsprechend der Rest der hinteren oberen Höhle von *Phocaena*, denn beide setzen sich in die vorderen Höhlen fort, während die hintere untere Höhle restlos verschwunden ist.

Infolgedessen machen die hinteren Höhlen auch bei *Phocaena* einen ganz anderen Eindruck als bei *Delphinus* und *Tursiops*. Sie sind bei *Phocaena* weit größer entwickelt und haben eine breitere Oeffnung, bei *Delphinus* und *Tursiops* dagegen schwindet das Lumen in hohem Grade, und die Oeffnung wird enger. Immer setzen sich die hinteren Höhlen in die vorderen oberen fort. Eine Ausnahme bilden nur Embryonen, bei denen die vorderen oberen Höhlen noch gar nicht ausgebildet sind (s. Fig. 9). Hieraus ergibt sich auch die erst sekundäre Entstehung der vorderen Höhlen, auf die schon Kükenthal hinwies.

Ferner zeigt sich bei *Delphinus* und *Tursiops* sehr deutlich die Einheitlichkeit der Höhlen, die im allgemeinen ohne irgendwelche Sonderung ineinander übergehen. Bei *Phocaena* findet eine solche Sonderung insofern statt, als die vorderen Höhlen sich beträchtlich verbreitern, während der Eingang ziemlich schmal bleibt. Jedenfalls bin ich zu der Ueberzeugung gelangt, daß dieser ganze Höhlenkomplex trotz seiner scheinbaren Gliederung als eine einzige Höhle anzusehen ist, die ich schon mit dem Namen „Haupthöhle" bezeichnet habe, und die nach den Untersuchungen Kükenthals der Regio olfactoria entspricht. Die Oeffnungen der Haupthöhle sind auch beim Embryo verhältnismäßig breiter als beim erwachsenen Tiere, denn das Verhältnis der Oeffnung zu der entsprechenden vorderen Klappe beträgt beim Embryo 0,5—0,6, beim erwachsenen Tier dagegen 0,3—0,4. Dies ist wiederum ein Beleg für die fortschreitende Verwachsung der Nasenmuscheln.

Eine speziell für *Delphinus* und *Tursiops* charakteristische Bildung sind die Blindsäcke, die in Form und Größe vielen Abänderungen unterliegen und auch einer starken Asymmetrie unterworfen sind, wie aus den oben angegebenen Maßen und den Abbildungen erhellt. Auch bei dem jüngsten von mir untersuchten Embryo war ein Blindsack bereits ausgebildet, woraus sich ergibt, daß seine Anlage schon sehr frühzeitig erfolgen muß. Bei *Phocaena* findet sich nichts Entsprechendes. Ueber den morphologischen Wert der Blindsäcke vermag ich nichts auszusagen.

Die vorderen Klappen sind wahrscheinlich aus der Vorderwand der Nase hervorgegangen und als vollständige Neuerwerbungen anzusehen. Sie schließen die Nase im Verein mit den hinteren Klappen in verschiedener Weise, entweder liegen sie unter den hinteren und versperren die Aperturen vollkommen, oder sie liegen den hinteren Klappen gegenüber, wodurch der Verschluß der Aperturen etwas lockerer wird.

Die erste Art findet sich bei *Delphinus* und *Tursiops*, die zweite bei *Phocaena*.

Die vorderen unteren Höhlen bieten manches Interessante. Bei *Phocaena* fand ich sie nur in Spuren, während sie im allgemeinen auch hier stark entwickelt sind. Dieses Fehlen der Höhlen in Verbindung mit der großen Variabilität zeigt uns, daß dieselben im Schwinden begriffen, daß sie funktionslos geworden sind und nur mehr rudimentäre Organe darstellen. Zweifellos haben wir hier die Reste des einst gut entwickelten Cavum nasi vor uns, die sich bei der Verschiebung und Umwandlung der Nase nur hier noch, dem Prämaxillare aufliegend, erhalten haben.

Bei *Delphinus*, *Tursiops* und *Beluga* haben die vorderen unteren Höhlen genau die gleiche Lage und Form, sie sind hier außerordentlich stark entwickelt und variieren sehr wenig, verhalten sich dagegen sehr asymmetrisch. Keinesfalls hat man bei diesen Arten den Eindruck von rudimentären Organen, die Höhlen haben vielmehr hier eine bestimmte Funktion übernommen, über die ich im nächsten Kapitel ausführlicher sprechen werde. Daß sie trotzdem den gleichen Ursprung haben wie die Höhlen von *Phocaena*, diesen also homolog sind, kann keinem Zweifel unterliegen.

Die Frage nach dem morphologischen Wert der in der Klappe vorkommenden Knorpel scheint leicht zu beantworten zu sein. Da die Klappe selbst nichts anderes ist als das Verwachsungsprodukt von Nasenmuscheln, so könnte man meinen, es wären die Reste der knorpeligen Grundlage der Muscheln, die sich hier erhalten haben. Dies ist aber aus verschiedenen Gründen unwahrscheinlich. Zunächst müßten die Knorpel mit dem Ethmoid in irgendwelcher deutlichen Beziehung stehen, was aber keineswegs der Fall ist, denn sie liegen vollkommen frei, nur die beiden in der Mitte gelegenen lehnen sich an die Nasenscheidewand an, und diese Lage spricht erst recht gegen die obige Annahme. Ferner, wären sie zu den Muscheln gehörig, so müßten sie sich auch schon bei Embryonen finden, dies ist aber auch nicht der Fall, bei *Delphinus delphis IV* waren die Klappen nur aus faserigem Bindegewebe

aufgebaut ohne eine Spur von Verknorpelung. Dieses späte Auftreten im Verein mit der obenerwähnten Erscheinung, daß die Knorpel nur in den festeren Schichten der Klappe auftreten, daß jedoch auch solche festere Schichten ohne Knorpelbildungen vorhanden sind, weist darauf hin, daß wir die Knorpel als Neuerwerbungen aufzufassen haben, die lediglich aus dem Bedürfnis hervorgegangen sind, die Klappe zu festigen und zu stützen, ohne daß sie jedoch auf die knorpeligen Muscheln zurückzuführen wären.

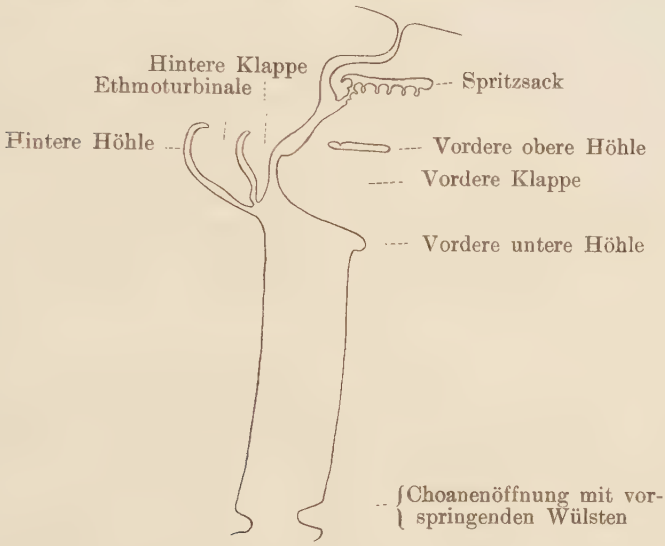

Fig. 15. Schema der Nase von *Phocaena*.

Zu dieser Auffassung paßt auch in jeder Beziehung die Lage der Knorpel. Die Figg. 15 u. 16 sollen dazu dienen, die Unterschiede zwischen *Phocaena* einerseits und *Delphinus* und *Tursiops* andererseits deutlich zu machen. Sie sind nach dem Vorbilde Kükenthals angefertigt, tragen jedoch nicht rein schematischen Charakter, sondern sollen die Formen und Dimensionen möglichst naturgetreu wiedergeben. Ich halte gerade diese Art von Idealprofilen für sehr geeignet, die bloßen Beschreibungen in anschaulicher Weise zu unterstützen.

III. Physiologie.

Was die Funktion der Zahnwalnase anbetrifft, so ist ja bekannt, daß dieselbe nicht mehr zum Riechen verwandt werden kann, sondern lediglich dazu dient, die Luft in die Lungen zu

leiten und gleichzeitig das Eindringen von Wasser zu verhüten. Die allgemeine Bedeutung der Nase ist also klar, nicht aber die spezielle Funktion der einzelnen Teile der Nase, ich meine besonders die der einzelnen Nasenhöhlen. Kükenthal hat die Ansicht ausgesprochen, „daß die in die vordere Klappe hineingehenden Muskelmassen ein Zurückziehen derselben bewirken, und daß die vorderen Nebenhöhlen in erster Linie dazu da sind, die zurückgegangene Masse der Klappe unter Verlust ihres Lumens in sich aufzunehmen. Darin scheint mir eine Hauptfunktion der Nebenhöhlen zu bestehen, bei der starken Erweiterung der oberen Nasenhöhle zur Aufnahme der sich zurückziehenden, im Ruhezustand ins Nasenlumen vorspringenden Klappen zu dienen.“ Dieser An-

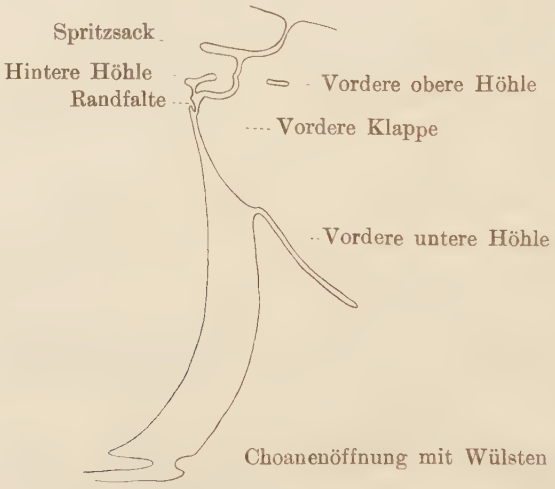

Fig. 16. Schema der Nase von *Delphinus* und *Tursiops*.

sicht kann ich mich nicht anschließen, denn es scheint mir ausgeschlossen, daß die Klappen sich in die Höhlen zurückziehen, weil das Lumen der letzteren im Vergleich zu der Masse der Klappen ein verschwindend kleines genannt werden muß. Außerdem müßten alsdann alle Wale, welche Klappen besitzen, auch die zu ihrer Aufnahme nötigen Höhlen haben. Das ist aber keineswegs der Fall. Ich erinnere an *Beluga*, ferner an *Phocaena*, wo die vorderen unteren Höhlen reduziert sein können, was auch gegen diese Aufgabe der Höhlen spricht.

Die Ansicht von Rawitz, nach der sich die Nebenhöhlen bei der Inspiration mit Luft füllen und so als Luftkissen dem Wasser-

druck entgegen wirken sollen, ist von Bönninghaus bereits widerlegt worden.

Bönninghaus selbst glaubt nun, in den Nebenhöhlen nur die Reste eines früher ausgedehnteren Cavum nasi sehen zu müssen, das einfach zusammenfiel, als es seine Funktion aufgab. Diese Ansicht hat zwar manches für sich, insbesondere die starke Variabilität der Höhlen, aber es widerstrebt mir doch, anzunehmen, daß dieser komplizierte und mitunter sehr umfangreiche Apparat ganz ohne Bedeutung für die Funktion der Nase sein soll. Wie gewaltig ist doch die Ausdehnung der vorderen unteren Höhlen von *Delphinus*, *Tursiops* und *Beluga*. Welche Bedeutung liegt aber hierin? Bei den genannten Arten ist die vordere Klappe außerordentlich groß und schließt in der Ruhelage die Oeffnung des Nasenkanales vollkommen und zwar so fest, daß derselbe in ihr einen Abdruck hinterläßt. Will der Wal aber atmen, so muß die Klappe gehoben werden. Dies kann nur durch Muskelwirkung geschehen, zwar gehen nur wenige Muskelfasern in die Klappe selbst, wohl aber in das vor und über ihr gelegene Bindegewebe. Stellen wir uns nun vor, daß die Klappe rings am Rande der Oeffnung, die sie verschließt, festgewachsen wäre, so ist es unmöglich, daß sie, die ja auch im Leben eine ziemliche Festigkeit besitzt, genügend gehoben werden kann, um hinreichend Luft durchzulassen. Nun ist sie aber nicht am Rande festgewachsen, sondern erst in beträchtlicher Entfernung vom Rande. Dadurch wird die Bewegungsmöglichkeit, d. h. die Möglichkeit die Klappe zu lüften, eine viel größere, und zwar um so mehr, je weiter entfernt vom Rande die Klappe angewachsen ist, oder, was dasselbe ist, je größer die vordere untere Höhle ist. Nun wird es auch verständlich, warum die Höhle so flach ist und fast gar kein Lumen besitzt. Sie braucht ja keines, da es lediglich auf die Trennung des oberen Gewebes von dem unteren ankommt, also auf eine möglichst große Fläche. Dann genügt es auch, wenn diese Fläche vorn und lateral von der Oeffnung liegt, denn an der hinteren Seite ist die Klappe vollkommen frei, und medial ist die Nasenscheidewand sowieso hinderlich. Nun könnte man einwenden, daß bei *Phocaena* diese Höhlen ja fehlen, also die eben geschilderte Aufgabe nicht erfüllen können. Die Sache liegt aber hier anders. Bei *Phocaena* bildet die Klappe lange keinen so festen Verschluß wie bei den drei oben genannten Walen. Das beruht darauf, daß die Aperturae nicht so steil wie dort liegen, sondern mehr wagerecht, und daß die vordere Klappe der hinteren gegenüberliegt und nicht unter

ihr. Infolgedessen ist das Lüften der Klappen einfacher, auch ohne ausgedehnte Höhlen möglich. Es genügen die auch beim Fehlen von eigentlichen Höhlen noch vorhandenen ausgesparten Ränder der Aperturae.

Sind nun auch, wie ich glaube, die vorderen unteren Höhlen richtig gedeutet, so wissen wir immer noch nichts über die Funktion der anderen Höhlen. Die Haupthöhlen erscheinen bei *Delphinus* und *Tursiops* so rückgebildet, daß man wohl nicht fehlgehen wird, wenn man in ihnen nur ein rudimentäres Organ sieht, entstanden aus der ehemaligen Regio olfactoria. Ihre verhältnismäßig gute Ausbildung bei *Phocaena* würde dann als primitives Merkmal anzusehen sein.

Vollständig in Dunkel gehüllt ist vorläufig noch die Funktion der Spritzsäcke, sowohl der offenen wie der geschlossenen. Da sie zu der Muskulatur in so naher Beziehung stehen, ist wohl, worauf schon Kükenthal hingewiesen hat, die Annahme nicht ungerechtfertigt, daß sie bei der Erweiterung der Nase eine Rolle spielen. In welcher Weise dies aber geschieht, und ob sie dabei ähnlich wie die vorderen unteren Höhlen die Beweglichkeit der einzelnen Teile gegeneinander vergrößern, das wage ich nicht zu entscheiden. Daß die Muskulatur lediglich dazu dient, die Nase möglichst weit zu öffnen, und daß der Verschluß derselben durch die Elastizität der Wände bewirkt und durch den von oben kommenden Druck nur gefestigt wird, wird wohl kaum noch bestritten werden.

B. Bartenwale.

1. *Balaenoptera physalus* L.

Die Nase der Bartenwale ist verhältnismäßig wenig bearbeitet worden. Die ausführlichste Schilderung des ganzen Apparates verdanken wir Kükenthal, die in Betracht kommende Muskulatur finden wir am eingehendsten in der Arbeit von Carte und Macalister behandelt. Ehe ich an eine Vergleichung dieser Arbeiten mit den von mir gefundenen Tatsachen gehe, will ich eine Schilderung der Nase von *Balaenoptera physalus* L. geben, die ich an einem 81,6 cm langen Embryo untersuchte.

Die äußeren Nasenöffnungen liegen am Rande einer etwa gleichschenklig-dreieckigen, flachen Einsenkung von $3^1/_2$ cm Länge, deren Spitze nach vorn gerichtet ist. Die Ränder der Grube vereinigen sich vorn zu einer in der Medianen verlaufenden, nach

etwa 6 cm verstreichenden, dammartigen Erhebung. Die Nasenlöcher sind schlitzförmig und ziehen parallel den Rändern des Oberkiefers von vorn innen nach hinten außen. Ihre vorderen Enden sind von der Schnauzenspitze 11,2 cm entfernt, ihr senkrechter Abstand von den Rändern der Oberkiefer beträgt auf jeder Seite 5,3 cm. Am Vorderende haben die Schlitze einen Abstand von 0,35, am Hinterende einen solchen von 1,5 cm. Die Länge des rechten beträgt 1,7, die des linken 1,8 cm.

Am Vorderende schließen die Ränder der Schlitze in einer Strecke von rechts 2, links 3 mm zusammen, dann klaffen sie bis zum Ende in einer Breite bis 1 mm auseinander. Zwischen ihnen verläuft eine schmale Längsrinne, deren Ränder vorn in einer Länge von 0,5 cm sich berühren, dann aber in der Richtung der beiden Schlitze auseinander gehen, indem sie nach hinten zu allmählich niedriger werden und verstreichen. Aus dem Vorderende der Nasenlöcher drängt sich die das Innere auskleidende Schleimhaut in Fetzen hervor.

Die hintere Hälfte jedes Nasenloches erweitert sich seitwärts zu einer von Haut und Bindegewebe überwölbten, sich 0,9 cm nach außen erstreckenden Höhle oder Tasche, die etwa die Form eines gleichschenkligen Dreiecks besitzt, dessen Basis vom Hinterende des Nasenschlitzes schräg nach vorn außen verläuft. In der vorderen Hälfte führt ein winklig gebogener Kanal in die Tiefe. Der Boden der Tasche senkt sich nach vorn allmählich in den einen Schenkel dieses Winkels hinab. Die Schleimhaut, welche die Tasche und den Anfang des Kanals auskleidet, zeigt eine weiße Farbe mit einem Stich ins Gelbliche, ebenso wie die ganze äußere Haut. In dem Kanal legt sich eine grauschwarze Haut darüber, die sich ohne die geringste Schwierigkeit abziehen läßt.

Eine komplizierte Muskulatur umgibt die Nasenlöcher. Fast das ganze Maxillare ist von einem flachen Muskel bedeckt. Er liegt dicht unter der Haut und ist so fest mit ihr verbunden, daß die vorderen Fasern beim Ablösen der Haut zum Teil an ihr haften bleiben. Der Muskel inseriert am hinteren und äußeren Rande des Maxillare, die Insertion zieht sich aber, je weiter nach vorn, um so mehr vom Rande nach der Mitte zurück, so daß der Muskel immer schmäler wird. Seine Fasern ziehen vorn quer über das Maxillare und Intermaxillare und enden in dem dichten Bindegewebe, das median dicht unter der Haut liegt, und das sich nach unten in ein bindegewebiges Septum fortsetzt. Im hinteren Teil des Muskels konvergieren die Fasern nach den Narinen zu

und enden in der äußeren Wand derselben. Prachtvoll war hier die Innervierung durch den Facialis zu beobachten. Der Nerv tritt an der hinteren äußeren Ecke des Maxillare nach oben und verzweigt sich von hier aus wie ein Bäumchen in immer zartere Aeste. Er liegt dabei dem Muskel oberflächlich auf, dicht unter der Haut. Der Muskel entspricht dem Dilator naris von Carte und Macalister.

Auch den Retractor alae nasi dieser Autoren fand ich sehr deutlich, nur konnte ich seine obersten Schichten nicht scharf von den angrenzenden Fasern der Dilatoren trennen. Der Retractor liegt hinter den Nasenlöchern zwischen den Dilatoren und füllt eigentlich die ganze Partie zwischen dem Nasendachknorpel und den knöchernen Nasalia aus, hinten die Frontalia erreichend. Sein Ende konnte ich nicht feststellen, da dem Embryo die Schädeldecke fehlte. Er ist übrigens unpaar.

Die Depressores sind entschieden die stärksten Muskeln der Nase. Sie liegen vor den Nasenlöchern in der Vertiefung zwischen den beiden Prämaxillaren und werden durch ein schon oben erwähntes, bindegewebiges Septum, das weiter unten der knorpeligen Nasenscheidewand Platz macht, deutlich getrennt. Der Faserverlauf ist nicht, wie Carte und Macalister angeben, ein bogenförmiger, sondern ganz gerade von vorn nach hinten. Die Fasern enden infolgedessen in der Vorderwand der Nasenkanäle, hier einen vorspringenden Wulst bildend (wenigstens im Ruhezustand), der das Lumen bis auf einen winkelförmigen, engen Spalt verdrängt. Dieser Wulst wird allmählich immer schmäler und tritt dabei auf die Mittelwand über, der er ähnlich wie eine Nasenmuschel ansitzt.

Auch die letzten von den beiden Forschern beschriebenen Muskeln, die Constrictores naris, glaube ich beobachtet zu haben, fand aber so nahe Beziehungen zu den Depressores, daß ich sie nur als einen Teil der letzteren ansehen konnte, der lediglich durch den Verlauf seiner Fasern sich unterschied. Dieselben kommen von den Seiten der Depressores und ziehen bogenförmig um die Nasenlöcher herum nach hinten, wo sie in die Retractores überzugehen scheinen. Die Muskeln sind sehr schwach.

Ehe ich die wenig steil, schräg nach hinten ziehenden Nasenkanäle weiter verfolge, möchte ich noch die Knorpelbildungen besprechen, die ich an der Nase von *Balaenoptera* fand. Der größte Knorpel bildet die Nasenscheidewand, die sich bis in die vorderste Schnauzenspitze erstreckt. Sie geht hinten ohne Grenze in das

ebenfalls knorpelige Ethmoid und in die Schädelbasis über, die nur an einigen Punkten Verknöcherungen zeigt. Unten wird sie von dem knöchernen Vomer umfaßt, oben reicht sie bis an die Haut heran, und nur im Bereiche der Depressores endet sie frei und wird durch ein bindegewebiges Septum abgelöst.

Vom Ethmoid geht aber noch ein zweiter großer Knorpel aus, und zwar schräg nach vorn oben in der Richtung der Nasenkanäle. Dies ist der Nasendachknorpel. An der Mündung der Nase weist er eigentümliche Differenzierungen auf, die dadurch veranlaßt sind, daß der Knorpel sich den Formen der Oeffnung möglichst anschmiegt. Man kann dabei ein Mittelstück von den Seitenteilen unterscheiden. Die Seitenteile liegen direkt auf dem Boden der seitlichen Taschen, aber nur im vorderen Teile derselben. Ihr hinterer Rand ist deutlich abgesetzt und ebenso an den Außenseiten ein kleiner lappenförmiger Teil durch eine Furche von der Hauptplatte getrennt. Beide Seitenteile werden durch ein hufeisenförmiges Mittelstück verbunden, welches seitlich als Stütze für die Nasenlöcher fungiert, und auf das auch der umgebogene Rand übergeht. Ganz vorn findet sich in der Mitte eine kleine Spitze, die in Beziehung steht zu einigen Fragmenten einer knorpeligen Scheidewand, welche aber mit der zuerst beschriebenen nicht in direkter knorpeliger Verbindung steht. Im übrigen verweise ich auf Fig. 17.

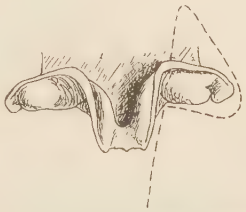

Fig. 17. Flügelknorpel von *Balaenoptera physalus I.* Die Lage des linken Nasenloches mit Tasche ist punktiert angedeutet.

Verfolgen wir jetzt die Nasenkanäle nach unten, so stoßen wir bald auf die Regio olfactoria. Diese stellt sich jederseits dar als ein über dem Gange gelegener, von der Seite gesehen etwa rechtwinklig-dreieckiger Raum; die Hypotenuse ist offen und liegt an der Hinterwand des Kanales, sie hat eine Länge von 1,8 cm. Die kleinere Kathete ist 1 cm lang. Der ganze Raum ist fast vollkommen von Muschelbildungen erfüllt, von denen auf den ersten Blick nur zwei sichtbar sind, die erste und die letzte (s. Fig. 18). Diese beiden sind auch zugleich die größten. Die vordere ist als Nasoturbinale anzusehen. Sie ist flachgewölbt, zeigt dreieckige Gestalt und füllt den vorderen Teil der Regio olfactoria vollkommen aus. Der hintere Rand bildet einen hinten offenen Bogen, in den die hinterste Muschel mit ihrer Vorderseite so hineinpaßt, daß nur ein schmaler, oben breiter werdender Zwischenraum übrig

bleibt. Entfernt man diese beiden Muscheln, so findet man noch vier weitere, bisher nicht sichtbare kleine Muscheln in Gestalt von aufrecht stehenden Wülsten. Diese vereinigen sich unten sämtlich in einem gemeinsamen Fußstück. Die beiden vorderen Wülste sind beträchtlich dicker und höher als die beiden hinteren. Besonders die erste und letzte Muschel haben eine knorpelige Grundlage, die sich aus der Wand des Siebbeines erhebt und die äußere Form der Muscheln im kleinen wiederholt. Auf der linken Seite finden sich dieselben Bildungen wie rechts, jedoch zeigt es sich, daß von den vier verborgenen aufrechten Wülsten die beiden hinteren nur als kleine Hautfalten erscheinen, die gegen die vorderen weit zurücktreten.

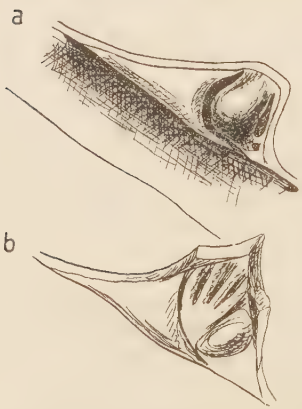

Fig. 18. Regio olfactoria von *Balaenoptera physalus L.* a Naso- und Ethmoturbinale. b Nebenmuscheln.

Unter dem Vomer vereinigen sich die bisher getrennten Nasenkanäle in einem gemeinsamen Raum, der Pars superior pharyngis. Die Länge der Nasenkanäle beträgt 6,2 cm, das Lumen des rechten ist 0,8—0,9 cm hoch und 0,5 cm breit. Die Pars superior ist etwa 5 cm breit, ihre Höhe ist wechselnd, sie nimmt nach hinten zu und erreicht 1,8 cm. Das Velum ist sehr zart und wenig muskulös, zeigt besonders hinten keine Spur von Muskeln, auch findet keine Vereinigung der Gaumenfalten statt im Gegensatz

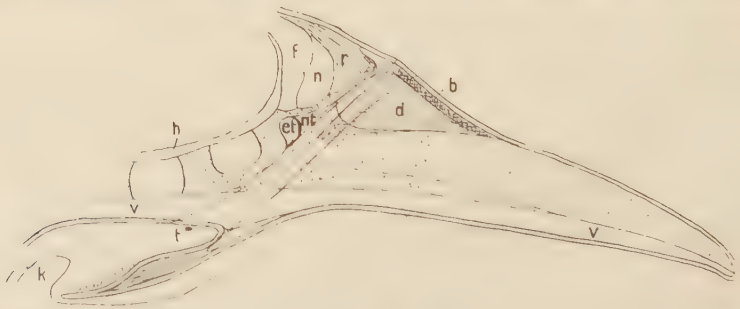

Fig. 19. Medianschnitt durch den Kopf von *Balaenoptera physalus* mit eingezeichnetem Profil der Nase. Knorpel punktiert. b Bindegewebe. d Depressor. et Ethmoturbinale. f Frontale. h Hirnhaut. k Kehlkopf. n Nasale. nt Nasoturbinale. r Retractor. t Mündung der Tube. V Vomer, seine obere Grenze punktiert.

zu den Zahnwalen. Der Kehlkopf sieht ganz anders aus als der der Zahnwale, vor allen Dingen ist er an der Spitze nicht verdickt, so daß ein so fester Verschluß wie dort ganz unmöglich ist. Im übrigen zeigt die Pars superior eine gewisse Aehnlichkeit mit der von *Delphinus*, wenigstens kann man auch eine Zweiteilung beobachten. Das letzte Drittel des Raumes nämlich ist erheblich verbreitert, weist viele kleine Grübchen auf und jederseits eine durch eine Falte abgeschlossene Aussackung, die, durch einige größere Gruben ausgezeichnet, bisher vielfach als Mündung der Tuba angesehen wurde. Die wirkliche Tubamündung liegt jedoch dort, wo die Nasenkanäle in die Pars superior münden, als kaum bemerkbares Grübchen an den beiden Außenseiten. Fig. 19 stellt ein Profil der Nase dar, in derselben Weise ausgeführt wie die Profile von *Phocaena* und *Delphinus*.

2. Vergleichende Zusammenfassung und Physiologie.

Ich komme jetzt zu einer allgemeinen Besprechung der einzelnen Teile der Bartenwalnase und beginne mit den Nasenlöchern. Ueberall haben dieselben die beschriebene Lage etwa parallel den Oberkieferrändern, stets auch scheinen sie auf einer flachen, von Wällen umgebenen Einsenkung zu liegen, und immer findet sich zwischen ihnen eine Rinne. Bei einem zweiten Embryo von *Balaenoptera physalus*, den ich genauer untersuchte, war die Rinne etwas anders ausgebildet als bei dem ersten, sie wurde an beiden Enden flacher, jedoch ohne daß die Ränder auseinander traten, ihre Länge war 4 cm. Auch bei erwachsenen Walen findet sich die Rinne (Delage). Die Maße der Nasenlöcher habe ich bei einer Reihe von Embryonen aufnehmen können, sie sind in der beigegebenen Tabelle zusammengestellt. Das hintere Ende der Nasenlöcher ist zu einer seitlichen Tasche erweitert. Auch Kükenthal beschreibt dieselbe, jedoch findet sich bei Delage keinerlei Erwähnung einer solchen. Nun war zwar das Exemplar von Delage nicht mehr frisch, aber die Verwesung hätte eine solche Tasche doch höchstens vergrößern, nicht aber beseitigen können. Daraus schließe ich, daß dem erwachsenen Tier die Taschen fehlen, sie müssen sich also erst allmählich zurückbilden. Demnach müßten bei größeren Embryonen die Taschen verhältnismäßig kleiner sein als bei jüngeren. Ich habe nun die Taschen verschiedener Embryonen, großer und kleiner, gemessen, und in der Tat ergab es sich, daß wenigstens die Länge derselben bei größeren Tieren eine verhältnismäßig geringere war.

	Balaenoptera physalus L.	*Balaenoptera physalus* L.	*Balaenoptera musculus* L.	*Balaenoptera physalus* L.	*Balaenoptera sp.*	*Balaenoptera physalus* L. (Schwanz abgeschnitten)	*Balaenoptera physalus* L. (mit deformiertem Kopf)
Gesamtlänge	123,0	116,0	90,5	81,6	70,0	?	74,0
Länge des Nasenloches rechts	2,15	2,5	2,0	1,7	1,3	1,4	1,5
Länge des Nasenloches links	2,35	2,45	2,1	1,8	1,4	1,4	1,4
Abstand der Nasenlöcher voneinander vorn	0,4	0,4	0,3	0,35	0,25	0,25	0,35
Abstand der Nasenlöcher voneinander hinten	1,7	1,4	1,2	1,5	0,85	1,05	1,45
Abstand der Nasenlöcher von der Schnauzenspitze	16,6bis 16,7	16,9	11,4	11,2	9,0	7,9	10,0
Abstand der Nasenlöcher vom Oberkieferrande vorn rechts	8,5	7,5	5,8	5,3	—	4,5	5,9
Abstand der Nasenlöcher vom Oberkieferrande vorn links	7,5	7,0	5,5	5,3	4,4	4,6	5,6
Dieselbe Entfernung hinten rechts	8,7	8,5	6,7	5,3	—	5,1	5,9
Dieselbe Entfernung hinten links	8,0	7,9	6,45	5,3	4,8	5,0	5,9
Länge der Tasche rechts	0,9	0.85	0,9	0,8	0,7	0,6	0,95
Länge der Tasche links	—	0,97	—	—	—	—	0,85
Vordere Seite der Tasche rechts	1,4	1,05	1,1	0,9	0,7	0,65	0,75
Vordere Seite der Tasche links	—	1,1	—	—	—	—	0,7
Hintere Seite der Tasche rechts	1,55	1,35	1,25	1,15	1,05	0,7	1,0
Hintere Seite der Tasche links	—	1,4	—	—	—	—	—
Verhältnis von Taschenlänge zu Nasenlochlänge rechts	2,51	2,71	2,2	2,1	1,86	2,3	1,58
Verhältnis von Taschenlänge zu Nasenlochlänge links	—	2,53	—	—	—	—	1,65

Die genauen Maße sind auf der Tabelle verzeichnet. Betrachte ich das Verhältnis von Nasenlochlänge zu Taschenlänge, und ordne ich die Embryonen entsprechend der Größe des Kopfes, gemessen an dem Abstand der Nasenlöcher von der Schnauzenspitze, so ergibt sich:

Abstand der Nasenlöcher von der Schnauzenspitze	16,9	16,7	11,4	11,2	9,0	7,9
Verhältniszahl	2,71	2,51	2,2	2,1	1,86	2,3

Nur der sechste Embryo fällt aus der Reihe, ein siebenter mit deformiertem Kopf wurde nicht mitgerechnet. Sehe ich diese Zahlen auch nicht als vollen Beweis an, so sprechen sie doch für meine Auffassung, besonders wenn ich sehe, daß die seitliche Ausdehnung der Taschen sich nicht in eine solche Reihe bringen läßt, sondern annähernd konstant bleibt. Auch ist eine einzige Abweichung kein Gegenbeweis. Ferner ist dabei zu berücksichtigen, daß die obige Verhältniszahl auch rechts und links ziemlich verschieden sein kann, wie bei dem Embryo 2 der Tabelle, bei dem sie rechts 2,71, links 2,53 beträgt. Dies zeugt wieder für die Asymmetrie, die

also nicht auf die Zahnwale beschränkt ist, sondern auch bei Bartenwalen gefunden werden kann, wenn sie auch hier in bedeutend geringerem Maße auftritt. Aus der Tabelle kann man ersehen, daß die Länge der Nasenlöcher rechts und links eine verschiedene ist, daß das eine vom Kieferrande weiter entfernt ist als das andere. Wie bei den Zahnwalen findet sich auch hier immer, wenn überhaupt eine Verschiebung zu bemerken ist, eine solche nach der linken Seite, jedoch zeigt es sich, daß von den Nasenlöchern immer das rechte das kleinere ist (mit Ausnahme des Exemplars mit deformiertem Kopfe). Auch hier ist die Asymmetrie an den kleinsten Tieren gering und nimmt mit der Größe des Tieres zu. Bilde ich hier dieselbe Verhältniszahl wie bei den Zahnwalen, so ergibt sich, wenn ich die ersten 4 Tiere der Tabelle vergleiche, eine der Größe genau entsprechende Reihe, indem der kleinste gar keine meßbare Asymmetrie aufweist, der größte aber die stärkste. Die mittleren Verhältniszahlen für die drei größten sind 45,1, 28,1 und 19,9, entsprechend den Längen 90,5, 116 und 123 der Tiere.

Was die oben beschriebenen Knorpel anbetrifft, so kann es keinem Zweifel unterliegen, daß der zweite derselben dem Nasendachknorpel entspricht. Eigentümlich sind an ihm die Differenzierungen an der Spitze. Bei einem zweiten Embryo fand ich dieselben in ganz ähnlicher Weise ausgebildet, nur war die Hufeisenform des Mittelstückes nicht so deutlich und wesentlich verkürzt, auch fand ich keinen umgeschlagenen Rand. Diese Bildungen dienen zweifellos der Festigung der äußeren Nasenlöcher, insbesondere der Taschen, sie nähern sich sehr den Flügelknorpeln des Pferdes, ebenso wie die Taschen selbst mit den Trompeten des Pferdes eine gewisse Aehnlichkeit haben. Kükenthal beschreibt an einer anderen *Balaenoptera* einige selbständige Knorpel in derselben Lage und bezeichnet dieselben als Reste des Jakobsonschen Knorpels. Ich glaube aber vielmehr, daß hier ähnliche Gebilde vorlagen wie bei meinen beiden Embryonen, nur dadurch ausgezeichnet, daß sie bereits eine größere Selbständigkeit erlangt und sich von dem Nasendachknorpel getrennt hatten. Daß es sich um Jakobsonsche Knorpel handelt, möchte ich schon deswegen nicht glauben, weil ihre Lage diese Annahme nicht bestätigt. Jakobsonsche Knorpel liegen stets in der Nähe des Nasenbodens, meist unter demselben, sie müssen also nach der Umbildung der Nase jedenfalls noch vor den beiden Kanälen liegen, die hier in Frage stehenden Knorpel aber liegen zwischen und

hinter den Kanälen. Ich halte dieselben, wie schon angedeutet, für selbständige Differenzierungen des Nasendaches, die den Flügelknorpeln anderer Säuger gleichzusetzen sind.

Die Muskulatur des zweiten Embryos weicht ziemlich erheblich von der des ersten ab. Der Dilator naris hat dieselbe Lage, ist aber deutlich in drei Partien gesondert. Von diesen ist die vorderste die längste und schmalste, sie endet etwa $1^1/_2$ cm vor der Spitze, deckt den medianen Teil des Maxillare und das Prämaxillare und verliert sich in dem mittleren Bindegewebe; die Fasern sind nicht ganz senkrecht, sondern etwas schräg zur Medianen gerichtet, aber vorn weniger als hinten. Der mittlere Teil des Muskels ist der kürzeste, seine Fasern haben mittlere Länge und etwas welligen Verlauf; der hintere Teil stellt die Hauptmasse des Muskels dar, die Fasern kommen vom hinteren Rande des Maxillare und umgeben strahlenförmig das Hinterende des Nasenloches, schließlich gehen sie unmerklich in den Retractor alae nasi über, der hier sehr schwach entwickelt, dafür aber deutlich zweigeteilt ist. Der Processus frontalis und Processus zygomaticus bleiben dabei frei von Muskeln. Die Innervierung war dieselbe wie bei dem ersten Exemplar. Auch die Depressores sind sehr abweichend, indem ihre Fasern hier einen bogenförmigen Verlauf nehmen, wie dies Carte und Macalister angeben. Dabei entspringen die vorderen Fasern aus der bindegewebigen Scheidewand, die hinteren von der Innenseite des Prämaxillare. Constrictoren fehlen vollkommen (s. Fig. 20 u. 21).

Wir haben hier also nur zwei Muskeln, Carte und Macalister haben vier gesonderte Muskeln beschrieben, die ja auch bei dem ersten Embryo in eingeschränktem Maße vorhanden waren. Kükenthal beschreibt nur zwei Muskeln, die den Dilatoren und Depressoren entsprechen. Die Retractoren und Constrictoren wird man wahrscheinlich als mehr oder weniger selbständige Teile der beiden ersteren betrachten können. Eschricht und Delage beschreiben nur die Depressoren, ersterer als einen einzigen, letzterer als zwei getrennte Muskeln.

Die Frage nach der Anzahl und Anordnung der Muskeln ist besonders deshalb wichtig, weil man über den Mechanismus des Oeffnens und Schließens der Nase getrennter Meinung ist. Während die Mehrzahl der Autoren annimmt, daß die Muskeln nur dazu dienen, um die Nase zu öffnen, daß aber der Verschluß rein mechanisch durch die Elastizität der Wände und den von oben wirkenden Druck des Wassers zustande kommt, so behaupten demgegenüber

Carte und Macalister, daß auch besondere Muskeln zum Verschluß der Nase vorhanden sind. Als solche sollen die Constrictoren in Verbindung mit dem Retractor dienen, indem sie die Nasenlöcher

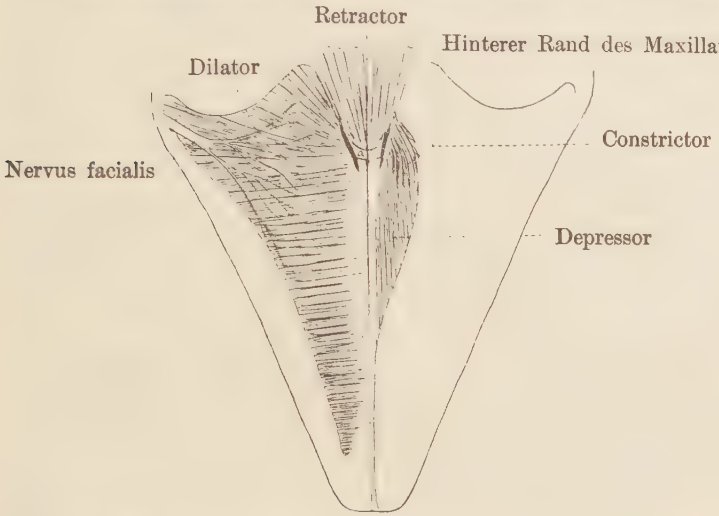

Fig. 20. Muskulatur von *Balaenoptera physalus I.* a Alarknorpel.

in Form eines Ringes umgeben und bei ihrer Kontraktion zusammenpressen. Da der Druck beim Verschluß mitwirke, seien die Muskeln nur schwach ausgebildet. Nun meine ich aber, der Verschluß der Nase durch Vermittelung von Muskeln ist für das Tier von solcher Wichtigkeit, daß es einer Widerlegung fast gleichkommt, wenn bei andern Tieren derselben Art oder Gattung eine solche Einrichtung vollkommen fehlt, das Tier also ohne Muskeln einen gleich sicheren Verschluß seiner Nase bewirken kann. Auch an Embryonen müßten solche Schließmuskeln ebenso wie

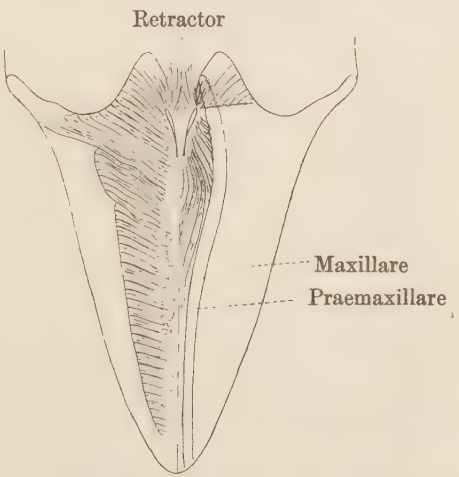

Fig. 21. Muskulatur von *Balaenoptera physalus II,* links der Dilator, median in Bindegewebe übergehend, rechts der Depressor dargestellt.

die anderen bereits zu unterscheiden sein. Ich fand aber keinerlei Muskeln, die einen Verschluß hätten bewirken können, durch meine Beobachtungen bin ich vielmehr zu der Ueberzeugung gelangt, daß alle Muskeln nur dazu dienen, die Nase zu öffnen. Daß die Dilatoren und Depressoren diese Aufgabe haben, hat noch niemand bestritten. Auch der Retractor wirkt in demselben Sinne, denn er muß bei seiner Kontraktion die Innenwände der Kanäle einander nähern und zugleich nach hinten ziehen. Da er von dem Dilator nicht zu trennen ist, rechne ich ihn als eins mit diesem Muskel. Dies ist besonders deutlich bei meinem zweiten Exemplar, wo diese Abhängigkeit in der Zweiteilung des Muskels deutlichen Ausdruck findet, wie Fig. 21 zeigt. In ihren vordersten Partien zeigen die Dilatoren zweifellos einen rudimentären Charakter und sind als funktionslos zu betrachten.

Die bei den Zahnwalen vorkommenden Nasenmuskeln und diese Dilatoren sind einander homolog. Dafür spricht die gleiche Lage auf dem Maxillare und die Beziehungen zur Nasenöffnung, außerdem noch die Innervierung, die ich bei *Delphinus IV* in derselben Weise ausgebildet fand wie bei Bartenwalen. Im übrigen dürften die Dilatoren auf den Musculus nasi lateralis zurückzuführen sein, und zwar speziell auf dessen aborale und ventrale Partie.

Die Muskeln, in denen ich die Constrictoren zu erkennen glaube (hauptsächlich auf Grund der Abbildungen der beiden Autoren), sind sicher nicht imstande, die Nasenlöcher zu schließen, da sie einmal sehr schwach sind, und andererseits ihre Anheftung nicht dafür spricht. Auch sie helfen die Nasenlöcher erweitern, indem sie die Außenränder nach außen ziehen. Schon oben habe ich betont, daß ich sie mit den Depressoren vereinige. Bei dem zweiten Exemplar fehlen die entsprechenden Fasern, sind aber funktionell durch den gebogenen Verlauf der Depressorenfasern ersetzt. Daß Carte und Macalister letztere Erscheinung und gleichzeitig Constrictoren beschreiben, läßt mich allein noch an der Auffindung derselben zweifeln. Bei Zahnwalen fehlen homologe Muskeln. Sonst aber glaube ich die Depressoren auf den Musculus transversus zurückführen zu können, der sich ja z. B. auch beim Rind in zwei Muskeln gespalten hat.

Was die Regio olfactoria anlangt, so scheint die Ausbildung der Muscheln zu variieren, wenigstens weicht Kükenthals Befund von dem meinigen stark ab, denn er fand drei an Größe abnehmende Muscheln hintereinander, von denen er die erste als

Nasoturbinale ansah. Bei dieser Gelegenheit möchte ich erwähnen, daß KÜKENTHAL auch den Rest eines Maxilloturbinale beschrieben hat, daß ich aber bei meinem Exemplar keine Andeutung eines solchen entdecken konnte. In der Regio olfactoria fand ich zwei große Nasenmuscheln, deren vordere dem Nasoturbinale entspricht. Zwischen beiden aber liegen vier kleine Wülste, die jedoch nicht als dem hintersten gleichwertig anzusehen sind, da die Ethmoturbinalia an Größe immer abzunehmen pflegen und nie eine so unregelmäßige Reihe bilden würden. Ich betrachte diese Wülste vielmehr als Nebenmuscheln. Ihre geringe Größe und ihre Lage, die sie von außen nicht sichtbar werden läßt, machen dies wahrscheinlich. Daß die Bartenwale sich die Funktion des Riechens, wenn auch in geringem Maße, noch bewahrt haben, kann wohl nicht bestritten werden. Einmal spricht dafür das Vorhandensein von Riechnerven, andererseits auch die verhältnismäßig gute Ausbildung der Muscheln.

Die Pars superior pharyngis läßt vor allen Dingen den für die Zahnwale charakteristischen, hinten geschlossenen Musculus palato-pharyngeus vermissen. Dementsprechend ist auch der Kehlkopf an der Spitze nicht verbreitert, sondern einfach gebaut, und der Verschluß des Nasenraumes ist lange kein so fester wie bei den Zahnwalen. Daß trotzdem keine Wasser- oder Nahrungsteilchen aus dem Munde in die Nase dringen, ist als sicher anzunehmen und wird auch dadurch verhindert, daß sich das Velum dem Kehlkopf eng anlegt, sobald es ein wenig gehoben wird.

Vergleich zwischen Barten- und Zahnwalen.

Vergleichen wir die Nase der Bartenwale mit der der Zahnwale, so finden wir nur sehr wenig Berührungspunkte. Bei beiden Gruppen findet in Anpassung an das Wasserleben eine Verlagerung der Nase nach dem Scheitel zu statt, und doch kommt dies in sehr verschiedener Weise zum Ausdruck, indem bei den Zahnwalen die Nase viel steiler nach abwärts führt als bei den Bartenwalen. Dies hängt zweifellos mit der verschiedenen Ausbildung des Schädels zusammen. Beide können ferner ihre Nasen aktiv öffnen, während der Verschluß durch Druck und elastische Kräfte bewirkt wird. Aber auch Oeffnen und Schließen findet in prinzipiell verschiedener Weise statt, das beruht darauf, daß die Zahnwale eine unpaare Oeffnung besitzen, die Bartenwale aber nicht. Infolgedessen haben sich bei ersteren eine Reihe von Klappen aus-

gebildet, die den Verschluß herstellen, während bei letzteren sich nur die Nasenwände aneinander legen, und der Muskelapparat ist darauf eingerichtet, bei den einen hauptsächlich in der Längsrichtung, nämlich vorn und hinten, bei den anderen in der Querrichtung, nämlich rechts und links anzugreifen. Sonst finden sich nur noch Aehnlichkeiten, die aber im prinzipiellen Bau der Säugetiernase begründet sind.

Viel größer aber sind die Unterschiede, die sich auf Schritt und Tritt geradezu aufdrängen. Im allgemeinen kann man sagen, daß die Nase der Zahnwale sich weit mehr von der gewöhnlichen Säugetiernase entfernt hat als die Bartenwalnase, und darauf mag es auch beruhen, daß man die letztere allgemein auf ein bestimmtes Schema bringen kann, während die erstere eine unendliche Zahl von Möglichkeiten bietet. Bei Bartenwalen schwindet allgemein das Cavum nasi, ohne eine neue Funktion zu übernehmen, so daß nur zwei verhältnismäßig enge Gänge übrig bleiben, deren Mündungen sich scheitelwärts verlagern und getrennt bleiben, die Regio olfactoria wird zwar gehemmt, bleibt aber noch funktionsfähig, und die Nasenmuskeln nehmen eine enorme Entwickelung. Dabei ist die Asymmetrie so gering, daß sie sich nur unwesentlich bemerkbar macht.

Bei Zahnwalen dagegen spezialisiert sich die Nase weit mehr, dabei muß man aber berücksichtigen, daß sie schon von vornherein einen anderen Weg einschlägt und nicht erst ein Stadium durchläuft, wie es die Bartenwalnase repräsentiert. Die andersartigen Entwickelungstendenzen erstrecken sich zunächst auf den Verschluß der Nase sowohl gegen die Außenwelt wie gegen den Mundraum. Es ist klar, daß eine Oeffnung vollkommener verschließbar ist als zwei, und noch besser wird der Verschluß, wenn die eine Oeffnung möglichst klein wird. Nach innen zu wird der Verschluß bewirkt durch die starke Entwickelung des Musculus palato-pharyngeus im Verein mit der Verbreiterung des Kehlkopfes am Ende. In den Dienst des Verschlusses stellen sich dann auch die sogenannten Klappen, die teilweise durch eine Umbildung der Nasenmuscheln, teilweise durch vollkommene Neubildung entstanden sind. Die Regio olfactoria bildet sich vollkommen zurück, da die Riechfunktion ganz aufgegeben wird, deshalb nur können sich die Muscheln an der Bildung der Klappen beteiligen. Das Cavum nasi endlich erleidet einerseits eine Rückbildung, stellt sich aber andererseits wieder in den Dienst der Nase dadurch, daß es Höhlen bildet, die die Beweglichkeit der Klappen fördern. Der letztere

Zustand ist zweifellos ein Zeichen höherer Organisation als die bloße Rückbildung des Cavum nasi. In diesen Entwickelungsgang greift nun ein für die Zahnwale sehr wichtiges Moment ein, das ist die Asymmetrie, welche mit der eigentümlichen Fortbewegung in Zusammenhang steht. Wo diese Asymmetrie sich nun bemerkbar macht, da verschiebt sie zunächst nur den inneren und äußeren Aufbau, ohne aber etwas Wesentliches zu ändern; erst wo sie überwiegt, da wird die eine Seite der Nase solchen Veränderungen unterworfen, daß man ohne weiteres nicht mehr den typischen Bau erkennen kann, und so daß im Prinzip nur noch der eine Nasenkanal in Funktion bleibt.

Auf diese Weise lassen sich primäre und sekundäre Merkmale an der Nase eines Zahnwales unterscheiden, aus deren Vorhandensein man auf die Höhe der Organisation, die die Nase erreicht hat, gewisse Schlüsse ziehen kann. Sehe ich mir die Nase von *Phocaena* an, so finde ich mancherlei Merkmale, die darauf hinweisen, daß es sich um einen primitiven Zustand handelt. Das sind z. B. die Breite des Spritzloches, die gute Ausbildung der Regio olfactoria und das Getrenntsein der Muscheln, der noch primitive Verschluß der Aperturen und die geringe Asymmetrie. Letztere ist zwar kein Faktor, der von der Nase veranlaßt worden ist, sondern der von andern Umständen wiederum abhängt, aber geringe Asymmetrie ist an und für sich ein primitives Merkmal und fällt daher mit den primitiven Verhältnissen der Nase meist zusammen. Im Gegensatz zu *Phocaena* ist *Delphinus* viel weiter fortgeschritten. Hier ist das Spritzloch wesentlich verengt, die Nasenmuscheln haben sich vereinigt, die Regio olfactoria ist rudimentär geworden, das Cavum nasi hat eine besondere Funktion übernommen. Hier ist entsprechend die Asymmetrie eine größere. Noch größer ist der Fortschritt bei *Beluga*, wo die Regio olfactoria ganz verschwunden ist. Auch die Pars superior pharyngis zeigt einen primitiven Zustand an, wenn sie ungeteilt ist wie bei *Phocaena*, eine höhere Entwickelung dagegen, wenn sie sich zu teilen beginnt. Ueber manche Merkmale freilich können wir noch gar nichts aussagen, wie z. B. über die Spritzsäcke, weil wir deren Funktion nicht kennen.

Wenn wir aber die einzelnen Zahnwale miteinander vergleichen wollen, so ist es vor allen Dingen notwendig, daß wir alle auf einen Typus zurückführen. Erst wenn das in jedem Falle gelungen ist, werden wir ein vollständiges Bild von der Nase der Zahnwale gewonnen haben. Dazu bedarf es noch hauptsächlich

der Entwickelungsgeschichte, besonders bei extremen Formen wie *Cogia* und *Physeter*. Hier wachsen aber auch die Schwierigkeiten der Beschaffung des Materials ungemein. Auch müßte, um manche Einzelheiten zu erklären, an möglichst frischem Material gearbeitet werden, da man sich nach der Konservierung von der Konsistenz der Gewebe kaum eine richtige Vorstellung machen kann.

Immerhin hoffe ich, einen bescheidenen Beitrag zur Kenntnis dieser so interessanten Bildungen gegeben zu haben.

Literaturverzeichnis.

1) Baer, K. E. v., Die Nase der Cetaceen, erläutert durch Untersuchung der Nase des Braunfisches *(Delphinus phocaena)*. Okens Isis, 1826.
2) — Noch ein Wort über das Blasen der Cetaceen, mit bildlichen Darstellungen. Bull. de l'Ac. imp. des Sc. de St. Petersbourg, T. IV, 1864.
3) Barkow, Zootomische Bemerkungen. Breslau 1851.
4) Beale, The natural history of the Sperm whale. London 1839.
5) Benham, On the Anatomy of *Cogia breviceps*. Proc. of the Gen. Meet. for Sc. Bus. of the Zool. Soc. of London, Vol. II, 1901.
6) Bönninghaus, Der Rachen von *Phocaena communis* Less. Eine biologische Studie. Zool. Jahrb., Anat., Bd. XVII, Heft 1, 1903.
7) — Das Ohr des Zahnwales, zugleich ein Beitrag zur Theorie der Schallleitung. Eine biologische Studie. Zool. Jahrb., Anat., Bd. XIX, Heft 2, 1903.
8) Burmeister, Nachtrag zu den Bemerkungen über die Cetaceen im Museo zu Buenos Aires. Zeitschr. f. d. ges. Naturw. Berlin, 1867.
9) — Fauna Argentina. Primera parte. Mammiferos fossiles. An. del Museo publico de Buenos Aires, T. I, 1864—69.
10) Camper, P., Observations anatomiques sur la structure intérieure et le squelette de plusieurs espèces de cétacés. Paris 1820.
11) Carte and Macalister, On the Anatomy of *Balaenoptera rostrata*, 1867.
12) Carus und Otto, Erläuterungstafeln zur vergleichenden Anatomie, Heft IV, 1835.
13) Cuvier, F., Vorlesungen über vergleichende Anatomie. Gesammelt von C. Duméril. Uebersetzt und mit Anmerkungen und Zusätzen vermehrt von J. F. Meckel, 1809.
14) Delage, Histoire du *Balaenoptera musculus* échoué sur la plage de Langrune, 1886.
15) Eschricht, Zoologisch-anatomisch-physiologische Untersuchungen über die nordischen Waltiere. Leipzig 1849.
16) Faber, Ueber das Blasen der Wale. Okens Isis. Bd. XX, 1827.
17) Geoffroy St. Hilaire, Mémoire sur la structure et les usages de l'appareil olfactif dans les poissons, suivi de considérations sur l'olfaction des animaux qui odorent dans l'air. Ann. d. Sc. Nat., T. VI, 1825.

18) Gray, Catalogue of Seals and Whales in the British Museum. London 1866.
19) Henking, Ueber das Blasen der Wale. Zool. Anz., Bd. XXIV, 1901.
20) Hunter, Observations on the structure and oeconomy of whales. Philos. Transact., 1787.
21) Kükenthal, Vergleichend-anatomische und entwickelungsgeschichtliche Untersuchungen an Waltieren. Jena 1893.
22) — Die Wale der Arktis. Fauna Arctica, Bd. I, Jena 1900.
23) Küster, Beobachtungen über das Wasserausspritzen der Cetaceen. Okens Isis, 1835.
24) Murie, *Grampus rissoanus*. Journ. of Anat., 1870.
25) — *Lagenorhynchus albirostris*. Journ. Linn. Soc., 1870.
26) — On the organization of the Caaing Whale, *Globiocephalus melas*. Tr. Zool. Soc. of London, Vol. VIII, 1874.
27) Pouchet, G., et Beauregard, H., Recherches sur le cachalot. Nouv. Arch. du Muséum, 3e série., 1893.
28) Racovitza, Emile G., Cétacés, 1902.
29) Rapp, Die Cetaceen zoologisch-anatomisch dargestellt. Stuttgart und Tübingen, 1837.
30) Rawitz, Die Anatomie des Kehlkopfes und der Nase von *Phocaena communis* Cuv. Int. Monatsschr. f. Anat. u. Physiol., Bd. XVII, 1900.
31) — Ueber *Megaptera boops* Fabr., nebst Bemerkungen zur Biologie der norwegischen Mystacoceten. Arch. f. Nat., Bd. I, 1900.
32) Roussel de Vauzème, Recherches anatomiques sur un foetus de baleine. Ann. d. Sc. Nat., 1834.
33) Sandifort, Bijdragen tot de outleedkundige Kennis der Walvisschen. Amsterdam 1831.
34) Schneider, Beiträge zur Naturgeschichte der Wallfischarten. Leipzig 1795.
35) Scoresby, W., Account on the arctic regions with a history and description of the northern whalefishery. Edinburg 1820.
36) Sibson, Francis, On the Blow-hole of the Porpoise. Phil. Tr. Royal Soc. of London 1848.
37) Tyson, E., *Phocaena*, or the anatomy of a porpess, dissected at Gresham colledge. London 1680.
38) Watson and Young, The anatomy of the northern *Beluga* (*Beluga catodon* Gray; *Delphinapterus leucas* Pallas) compared with that of other Whales. Tr. R. Soc. of Edinburgh, Vol. XXIX, 1880.
39) Weber, Studien über Säugetiere. Ein Beitrag zur Frage nach dem Ursprung der Cetaceen. Jena 1886.
40) Zorgdrager, C. G., Alte und neue Grönländische Fischerei und Wallfischfang. Leipzig 1723.

Lebenslauf.

Ich, Kurt Gruhl, Sohn des Kgl. Eisenbahn-Obersekretärs Paul Gruhl und seiner Frau Martha, geb. Pelz, wurde am 24. Februar 1888 zu Lissa i. P. geboren. Seit Michaelis 1896 besuchte ich das Johannes-Gymnasium in Breslau, das ich Michaelis 1906 mit dem Zeugnis der Reife verließ. Seitdem studierte ich an der Universität Breslau Mathematik und Naturwissenschaften. In den Osterferien 1910 nahm ich an einem Kursus für Meeresforschung teil, der unter Leitung von Prof. Dr. Cori an der Zoologischen Station zu Triest stattfand. Von April bis Oktober 1910 bekleidete ich die Stelle des zweiten Assistenten am Zoologischen Institut der Universität Breslau.

Frommannsche Buchdruckerei (Hermann Pohle) in Jena.

Frommannsche Buchdruckerei (Hermann Pohle) in Jena.